

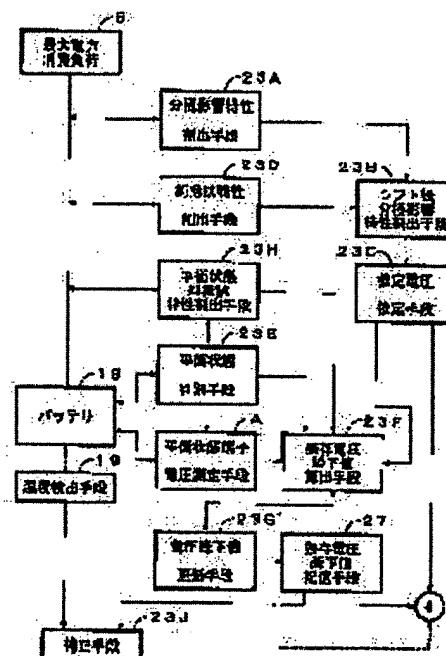
(11)Publication number : 2002-236157  
(43)Date of publication of application : 23.08.2002

G01R 31/36  
B60K 1/04  
B60R 16/04  
H01M 10/48  
H02J 7/00  
// B60K 6/02

(72)Inventor : ARAI YOICHI  
KANBARA HIDEAKI  
ENOMOTO MICHIIITO  
KAWAGUCHI TOMOHIRO

Priority number : 2000369220    Priority date : 04.12.2000    Priority country : JP

**SOLUTION:** A voltage-current characteristic including the influence of polarization during decrease of a discharge current of a battery 13 acquired by a polarization influence characteristic deducing means 23A from the discharge current and a terminal voltage during decrease of the discharge current of constant-load discharge by a current value sufficient for removing charging side polarization generated in the battery 13 at least just before discharge is shifted in the voltage axis direction by a post-shift polarization influence characteristic deducing means 23B so that the voltage value at a reference current value on the characteristic agrees with a reference voltage value at the reference current value on the voltage-current characteristic not including the influence of polarization depending only on a pure resistance component of the battery 13, and a remaining voltage drop value stored beforehand in a remaining voltage drop value storage means 27 is added to the value of a present estimated voltage of the battery 13 estimated by an estimated voltage estimation means 23C by using the post-shift voltage-current characteristic, to thereby calculate a present open circuit voltage of the battery 13.



<http://www19.ipdl.jpo.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAABqaWyxDA414236157P1.h...> 2003-10-22

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-236157

(P2002-236157A)

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 1 R 31/36	Z H V	G 0 1 R 31/36	Z H V A 2 G 0 1 6
B 6 0 K 1/04		B 6 0 K 1/04	Z 3 D 0 3 5
B 6 0 R 16/04		B 6 0 R 16/04	W 5 G 0 0 3
H 0 1 M 10/48		H 0 1 M 10/48	P 5 H 0 3 0
	Z H V		Z H V

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 47 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-48349(P2001-48349)  
(22) 出願日 平成13年2月23日 (2001.2.23)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-369220(P2000-369220)  
(32) 優先日 平成12年12月4日 (2000.12.4)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 00006895  
矢崎総業株式会社  
東京都港区三田1丁目4番28号  
(72) 発明者 荒井 洋一  
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社  
内  
(72) 発明者 蒲原 英明  
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社  
内  
(74) 代理人 100060690  
弁理士 瀧野 秀雄 (外3名)

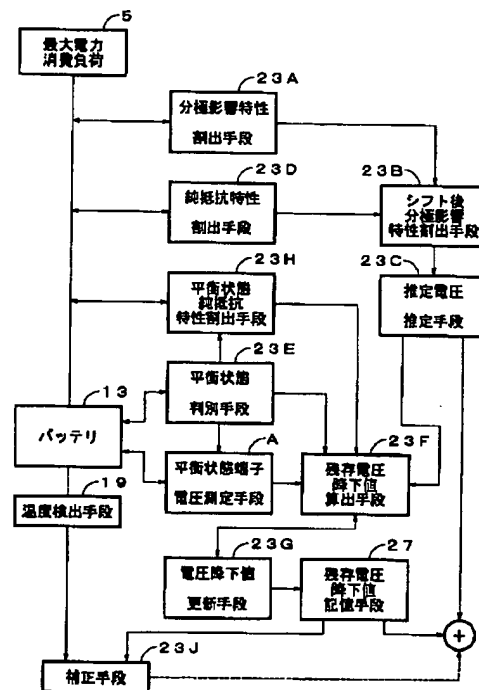
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バッテリーの端子電圧推定方法及びその装置、バッテリーの開回路電圧演算方法及びその装置、バッテリー容量演算方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 分極の影響を受けずにバッテリーの充電状態を正確に演算すること。

【解決手段】 少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の放電電流が減少する間の放電電流及び端子電圧から、分極影響特性割出手段23Aが求めた、バッテリー13の放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性を、シフト後分極影響特性割出手段23Bにより、その特性上の基準電流値における電圧値が、バッテリー13の純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない電圧-電流特性上の基準電流値における基準電圧値と一致するよう電圧軸方向にシフトさせ、このシフト後の電圧-電流特性を用いて推定電圧推定手段23Cが推定したバッテリー13の現在の推定電圧の値に、残存電圧降下値記憶手段27に予め記憶させておいた残存電圧降下値を加算して、バッテリー13の現在の開回路電圧を演算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性を求め、この電圧-電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定するに当たり、

前記バッテリーが、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際に、該定負荷放電の放電電流が最大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を求め、

前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧-電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、

前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性における、所定の仮想電流値に対応する電圧値を、前記推定電圧の値として推定するようにした、

ことを特徴とするバッテリーの端子電圧推定方法。

【請求項2】 前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を二次の近似曲線式とするようにした請求項1記載のバッテリーの端子電圧推定方法。

【請求項3】 少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値を、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値とし、前記バッテリーの放電電流が、前記所定の大電流値から減少し始めてから、該所定の大電流値よりも低く、かつ、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の、目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記平衡状態にあったバッテリーに関する分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性、及び、前記分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を各々求めるようにした請求項1又は2記載のバッテリーの端子電圧推定方法。

【請求項4】 車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性を求め、この電圧-電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定し、この推定電圧を用いて、前記バッテリーの平衡状態における端子電圧に相当する開回路電圧を演算するに当たり、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発

生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際に、該定負荷放電の放電電流が最大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を求め、

前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧-電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、

前記分極の影響を含まない電圧-電流特性上の電流=0の時の電圧値である前記開回路電圧の値と、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定した前記推定電圧の値との差値を、前記バッテリーの放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値として予め求めておき、

以後、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に、該定負荷放電中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を新たに求め、

前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の前記基準電流値における電圧値が、該分極の影響を含んだ電圧-電流特性を新たに求めた時点における、前記分極の影響を含まない電圧-電流特性上の前記基準電圧値と一致するように、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、

前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて、現在の前記推定電圧を推定し、

前記推定した前記現在の推定電圧の値に、前記残存電圧降下値を加算することで、現在の前記開回路電圧を演算するようにした、

ことを特徴とするバッテリーの開回路電圧演算方法。

【請求項5】 前記残存電圧降下値を予め求めた以後、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に、該定負荷放電中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を新たに求めた時点における前記分極の影響を含まない電圧-電流特性を求めるようにした請求項4記載のバッテリーの開回路電圧演算方法。

【請求項6】 前記バッテリーが平衡状態となる毎に、該平衡状態において測定した前記バッテリーの端子電圧の値を現在の開回路電圧の値として取得し、前記平衡状態か

ら前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含まない電圧-電流特性を求めると共に、前記平衡状態から前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の放電電流が該所定の大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含む電圧-電流特性を求め、前記取得した開回路電圧の値と前記最新の分極の影響を含む電圧-電流特性を用いて、最新の前記残存電圧降下値を求めた後、該最新の残存電圧降下値と、前記最新の分極の影響を含まない電圧-電流特性とを用いて、前記現在の開回路電圧を演算するようにした請求項4又は5記載のバッテリー容量演算方法。

【請求項7】 前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を二次の近似曲線式とするようにした請求項4、5又は6記載のバッテリーの開回路電圧演算方法。

【請求項8】 少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値を、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値とし、前記バッテリーの放電電流が、前記所定の大電流値から減少し始めてから、該所定の大電流値よりも低く、かつ、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の、目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記平衡状態にあったバッテリーに関する分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性、及び、前記分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を各々求めるようにした請求項4、5、6又は7記載のバッテリーの開回路電圧演算方法。

【請求項9】 前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて、前記バッテリーの現在の推定電圧を推定する毎に、該推定時点における前記バッテリーの周辺温度と、前記平衡状態のバッテリーの分極の影響を含まない前記電圧-電流特性の取得時点における前記バッテリーの周辺温度とに応じて、前記残存電圧降下値を補正し、該補正した残存電圧降下値を用いて前記現在の開回路電圧を演算するようにした請求項4、5、6、7又は8記載のバッテリーの開回路電圧演算方法。

【請求項10】 請求項4、5、6、7、8又は9記載のバッテリーの開回路電圧演算方法により演算した前記現在の開回路電圧から、前記バッテリーの現在の充電容量を演算するようにした、

ことを特徴とするバッテリー容量演算方法。

【請求項11】 車両の負荷に電力を供給するバッテリー

の端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性を求め、この電圧-電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定するバッテリーの端子電圧推定装置において、

前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電において、前記バッテリーの放電電流が最大電流値から減少し始めた後に、周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を求める分極影響特性割出手段と、

前記分極影響特性割出手段が求めた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を前記分極影響特性割出手段が求めた時点における、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧-電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせた、シフト後の前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めるシフト後分極影響特性割出手段と、

前記シフト後分極影響特性割出手段が求めた前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性における、所定の仮想電流値に対応する電圧値を、前記バッテリーの現在の推定電圧の値として推定する推定電圧推定手段とを備えている、

ことを特徴とするバッテリーの端子電圧推定装置。

【請求項12】 前記分極影響特性割出手段は、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を二次の近似曲線式として求める請求項11記載のバッテリーの端子電圧推定装置。

【請求項13】 少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値が、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値であり、前記分極影響特性割出手段が、前記バッテリーの放電電流が前記所定の大電流値から減少し始めた後、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下するまでの間、前記周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求める請求項11又は12記載のバッテリーの端子電圧推定装置。

【請求項14】 車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性を求め、この電圧-電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定

し、この推定電圧を用いて、前記バッテリーの平衡状態における端子電圧に相当する開回路電圧を演算するバッテリーの開回路電圧演算装置において、  
前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際の、放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値を記憶する残存電圧降下値記憶手段と、

前記バッテリーの、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値定負荷放電において、前記バッテリーの放電電流が最大電流値から減少し始めた後に、周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を求める分極影響特性割出手段と、  
前記分極影響特性割出手段が求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を前記分極影響特性割出手段が求めた時点における、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧－電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせた、シフト後の前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めるシフト後分極影響特性割出手段と、  
前記シフト後分極影響特性割出手段が求めた前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて、前記バッテリーの現在の推定電圧を推定する推定電圧推定手段とを備えており、

予め求められた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の前記基準電流値における電圧値が、予め求められた前記分極の影響を含まない電圧－電流特性上の前記基準電圧値と一致するように、前記予め求められた分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせることで得られる、前記電圧軸方向にシフトさせた後の前記予め求められた分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて、予め推定した前記推定電圧の値と、前記予め求められた分極の影響を含まない電圧－電流特性上の電流＝0の時の電圧値である前記開回路電圧の値との差値が、前記残存電圧降下値記憶手段に予め記憶されており、

前記残存電圧降下値記憶手段に予め記憶された前記残存電圧降下値を、前記推定電圧推定手段が推定した前記現在の推定電圧の値に加算することで、現在の前記開回路電圧を演算する、ことを特徴とするバッテリーの開回路電圧演算装置。

【請求項15】 少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った該バッテリーの周期的に測定される端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含まない前記電圧－電流特性を求める純抵抗特性割出手段をさ

らに備えており、前記シフト後分極影響特性割出手段は、前記分極影響特性割出手段が求めた前記分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性と、前記純抵抗特性割出手段が求めた前記分極の影響を含まない前記電圧－電流特性とを用いて、前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求める請求項14記載のバッテリーの開回路電圧演算装置。

【請求項16】 前記バッテリーが平衡状態にあるか否かを判別する平衡状態判別手段と、該平衡状態判別手段により平衡状態にあると判別された状態において前記バッテリーの端子電圧を測定する平衡状態端子電圧測定手段と、前記平衡状態判別手段により平衡状態にあると判別された前記バッテリーからの、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に、当該定負荷放電中において周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とに基づいて前記推定電圧推定手段が推定した前記現在の推定電圧の値を、前記平衡状態端子電圧測定手段が直近に測定した前記バッテリーの端子電圧の値から差し引いて、最新の前記残存電圧降下値を求める残存電圧降下値算出手段と、前記残存電圧降下値記憶手段に記憶された前記残存電圧降下値を、前記電圧降下値算出手段が求めた前記最新の残存電圧降下値に更新する電圧降下値更新手段と、前記平衡状態判別手段により平衡状態にあると判別された前記バッテリーからの、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に周期的に測定される端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含まない電圧－電流特性を求める平衡状態純抵抗特性割出手段とをさらに備えている請求項14又は15記載のバッテリーの開回路電圧演算装置。

【請求項17】 前記バッテリーの周辺温度を検出する温度検出手段と、前記現在の推定電圧を前記推定電圧推定手段が推定した時点において、前記温度検出手段が検出した前記バッテリーの周辺温度と、前記残存電圧降下値記憶手段に記憶されている前記残存電圧降下値を前記電圧降下値算出手段が求めた前記最新の残存電圧降下値に前記電圧降下値更新手段が更新した時点において、前記温度検出手段が検出した前記バッテリーの周辺温度とに応じて、前記残存電圧降下値記憶手段に記憶されている前記残存電圧降下値を補正する補正手段とをさらに備えており、該補正手段により補正された補正後の前記残存電圧降下値を、前記推定電圧推定手段が推定した前記推定電圧の値に加算することで、前記現在の開回路電圧を演算する請求項16記載のバッテリーの開回路電圧演算装置。

【請求項18】 前記分極影響特性割出手段は、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式として求める請求項14、15、16又は17記載のバッテリーの開回路電圧演算装置。

【請求項19】 少なくとも放電直前に前記バッテリー1

3に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値は、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値であり、前記分極影響特性割出手段は、前記バッテリーの放電電流が前記所定の大電流値から減少し始めた後、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下するまでの間、前記周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求める請求項14、15、16、17又は18記載のバッテリーの開回路電圧演算装置。

【請求項20】 請求項14、15、16、17、18又は19記載のバッテリーの開回路電圧演算装置を備えており、該バッテリーの開回路電圧演算装置により演算した前記現在の開回路電圧から、前記バッテリーの現在の充電容量を演算する、ことを特徴とするバッテリー容量演算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両の負荷に電力を供給するバッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定する方法及びその装置や、バッテリーの平衡状態における端子電圧に相当する開回路電圧を演算する方法及びその装置、並びに、バッテリーの充電容量を演算する方法及びその装置に係り、詳しくは、周期的に測定されるバッテリーの端子電圧と放電電流とから求めた電圧-電流特性を用いてバッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定し、或は、この推定電圧を用いてバッテリーの開回路電圧や充電容量を演算する方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】旧来の車両における推進駆動源は、ガソリンや軽油等を燃料とするエンジンが主流であるが、近年では、燃焼ガスを直接的には排出しない電動モータを唯一の又は補助的な推進駆動源として使用する車両が登場しており、そのような電動モータを搭載した車両においては、電動モータに電力を供給するバッテリーの充電容量を把握しておくことが、走行可能距離等を割り出す上で重要となる。

【0003】そこで従来から用いられているのが、放電電流の積算値を用いて割り出した積算消費電力をバッテリーの満充電容量から差し引いて現在の充電容量を求める電流積算方式や電力積算方式であるが、この方式では、バッテリーの個体差や劣化の進行度合い等によって、元々の満充電容量が変化してしまうので、バッテリーの現在の充電容量を正確に割り出すことができない。

【0004】また、バッテリーの電解液比重と充電状態との間には一定の直線的な相関があるので、電解液比重を測定すればバッテリーの充電状態を把握することができる

はずであるが、実際には、充放電中や充放電の終了直後のバッテリーにおいては、電解液と電極との間で発生した化学反応により電解液の比重が不均一となってしまうので、正確な電解液比重を測定してバッテリーの充電状態を正確に把握することができない。

【0005】さらに、バッテリーの端子電圧を測定してバッテリーの充電容量を求めることも考えられるが、放電電流を安定させない限り端子電圧も安定しないので、現実には、バッテリーの充電状態と相関のある端子電圧を測定により得ることは期待できない。

【0006】しかも、図22の特性図に示すように、バッテリーを10A刻みで10～80(A)の各定電流にて放電させると、放電時間(横軸)とバッテリーの端子電圧(V:縦軸)との相関は、放電電流が小さいほど放電時間が長い点において相互に異なっているが、放電時間が経過するにつれてバッテリーの端子電圧が急激に低下する点において共通している。

【0007】ここで、図22の特性図の横軸は時間であるが、定電流放電であることと、バッテリー容量が電気量(Ah)で表されることを考慮すると、この横軸はバッテリー容量と見てよいと考えることができる。

【0008】そこで、図22の特性図を、定電流放電時における横軸のバッテリー容量と縦軸の端子電圧との相関として見ると、放電電流が小さいほど大きな電力を取り出すことができ、かつ、縦軸側に近いバッテリーの満充電状態の付近では容量降下が遅く、縦軸から図22中右側に離れて放電終始電圧に近づくほど急激に容量が低下してしまうことが判る。

【0009】以上のことから、仮に放電電流を安定させることができたとしても、バッテリーの充電容量と端子電圧との間には直線的な相関がないので、バッテリーの端子電圧から充電容量を求めることはできないことが判る。

【0010】そこで注目されるのは、ほぼ直線的な相関があるバッテリーの電解液比重と開回路電圧(平衡状態にあるバッテリーの開回路状態における端子電圧)との関係と、同じく直線的な相関があるバッテリーの電解液比重と充電状態との関係から、直線的な相関が成り立つはずの、バッテリーの充電状態と開回路電圧との関係を利用する容量演算方式である。

【0011】但し、この容量演算方式の唯一の弱点は、バッテリーの開回路電圧を測定できるのが、自然放電を除くと充電状態に変化のない非放電時に限られることであり、換言すると、充電状態に変化の生じる放電時にはバッテリーの開回路電圧を測定することができないことである。

【0012】したがって、バッテリーの充電状態と開回路電圧との関係を利用する容量演算方式を用いる上での最大のポイントは、バッテリーの放電時に如何にして開回路電圧を見つけるか、ということになる。

【0013】ところで、バッテリーの放電時に測定できる

のは、バッテリーの端子電圧と放電電流であるが、図22の特性図から、バッテリーの充電状態が変わらなくても放電電流が上がればバッテリーの端子電圧が下がるのは明らかであるから、端子電圧と放電電流との間には、負の相関を示す電圧-電流特性 ( $I-V$  特性) があり、また、この負の相関を示す電圧-電流特性は、バッテリーの充電状態が変わると変化することが判る。

【0014】そこで、バッテリーの電圧-電流特性をバッテリーの充電状態に応じて複数求めるために、次のような測定を行う。

【0015】まず、或る電流  $I_a$  とこの電流  $I_a$  よりも低い電流  $I_b$  とが周期的に交互に現れるパルス状の電流によるバッテリーの放電を連続して行い、そのときに放電電流とは逆位相で現れるバッテリーの端子電圧と放電電流との組 ( $I_a, V_1$ )、( $I_b, V_2$ )、( $I_a, V_3$ )、( $I_b, V_4$ )、…を、放電電流のパルス周期 (例えば1ms) に同期し連続して所定数 (例えば100サンプル) サンプリングする。

【0016】そして、所定数サンプリングしたバッテリーの端子電圧と放電電流との組 ( $I_a, V_{01}$ )、( $I_b, V_{02}$ )、( $I_a, V_{03}$ )、( $I_b, V_{04}$ )、…から、最小二乗法により、 $V = a_1 I + b_1$  なるバッテリーの直線的な電圧-電流特性式における係数  $a_1$ 、 $b_1$  を得て、この式  $V = a_1 I + b_1$  を、上記したサンプリングの間における容量に対応したバッテリーの電圧-電流特性として位置づける。

【0017】次に、上記と同様の放電によって、パルス状の電流  $I_a$ 、 $I_b$  によるバッテリーの放電を連続して行い、そのときに放電電流とは逆位相で現れるバッテリーの端子電圧と放電電流との組 ( $I_a, V_{11}$ )、( $I_b, V_{12}$ )、( $I_a, V_{13}$ )、( $I_b, V_{14}$ )、…を連続して所定数サンプリングし、これらから、最小二乗法により、 $V = a_2 I + b_2$  なるバッテリーの直線的な電圧-電流特性式における係数  $a_2$ 、 $b_2$  を得て、この式  $V = a_2 I + b_2$  を、上記したサンプリングの間における容量に対応したバッテリーの電圧-電流特性として位置づける。

【0018】以後、同様にして、 $V = a_n I + b_n$  なるバッテリーの直線的な電圧-電流特性式における係数  $a_n$ 、 $b_n$  を得て、この式  $V = a_n I + b_n$  を、バッテリーの徐々に減少する互いに異なる容量に対応した電圧-電流特性として位置づけることで、100%から0%までの各容量に対応したバッテリーの電圧-電流特性を得る。

【0019】尚、各所定数サンプリングしたバッテリーの端子電圧と放電電流との組 ( $I_a, V_{n1}$ )、( $I_b, V_{n2}$ )、( $I_a, V_{n3}$ )、( $I_b, V_{n4}$ )、…と、これらに最小二乗法を適用して得られる直線的な電圧-電流特性式  $V = a_n I + b_n$  との関係を、図23に模式的に示した。

【0020】ここで、上述のようにして得た各容量に応じたバッテリーの電圧-電流特性式に、仮定の定電流値である仮想電流値  $I_s$  を各々代入し、それによって求まる  $V$  を、バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧  $V_n$  と定義すると、図24のグラフに示すような定電流放電特性が得られる。

【0021】そして、仮想電流値  $I_s$  として正のいずれの値を代入しても、その仮想電流値  $I_s$  による定電流放電特性は、横軸に取った容量が図24中右側に進んで0に近づくにつれて推定電圧  $V_n$  が急激に低下するという、非直線的な特性となり、理論上開回路電圧を示すはずの仮想電流値  $I_s = 0$  A の場合においても、定電流放電特性は同様の特性を示すことが判る。

【0022】但し、図24のグラフによれば、仮想電流値  $I_s$  が小さければ小さいほど、容量が0に近づくにつれて推定電圧  $V_n$  が低下する度合いが小さくなっているため、あくまで仮定の領域であるが、上述のようにして得た各容量に応じたバッテリーの電圧-電流特性式に仮想電流値  $I_s$  として負の値を代入して、その負の値の仮想電流値  $I_s$  による定電流放電特性をグラフに示すと、図25に示すように、この場合においては、仮想電流値  $I_s = -10$  A を境に、容量0に近い領域の推定電圧  $V_n$  の特性変化が変極する。

【0023】したがって、理論上では、仮想電流値  $I_s$  を  $-10$  A とすると、定電流放電における推定電圧  $V_n$  がバッテリーの容量に対して直線的な特性を示すことになる。

【0024】そこで、上述のようにして得た各容量に応じたバッテリーの電圧-電流特性を、縦軸を放電電流  $I$  とし横軸を端子電圧  $V$  とした同一平面上に展開した、図26のグラフ上において、定電流放電における推定電圧  $V_n$  がバッテリーの容量に対して直線的な特性を示すことを検証してみる。

【0025】まず、各電圧-電流特性式の傾きを表す係数  $a_1$ 、 $a_2$ 、…、 $a_n$  が各々異なり、かつ、各電圧-電流特性式の切片を表す係数  $b_1$ 、 $b_2$ 、…、 $b_n$  も各々異なることから、図26中の現実に存在する正の放電電流領域においては、バッテリー容量の変化に対して端子電圧  $V$  が直線的に変化する放電電流値  $I$  は存在しない。

【0026】しかし、図26中の想像上の領域である負の放電電流領域においては、放電電流値  $I = -10$  A の時に、バッテリーの容量に対して端子電圧  $V$  が直線的に変化する特性を示すことになり、この放電電流値  $I = -10$  A における各容量に対応するバッテリーの端子電圧  $V$  が、推定電圧  $V_n$  であるということになる。

【0027】そこで、この仮想電流値  $I_s = -10$  A におけるバッテリーの容量とこれに対して直線的な相関を有する推定電圧  $V_n$  との関係をグラフに表すと、図27に示すように、縦軸の満充電時の開回路電圧  $V_s$  と放電終了時の開回路電圧  $V_e$  との間に推定電圧  $V_n$  が存在する

ことになり、この推定電圧 $V_n$ に対応する横軸の容量上の値が、バッテリーの残容量、つまり、充電状態SOC (State of charge) ということになる。

【0028】したがって、推定電圧 $V_n$ はバッテリーの開回路電圧に代わるものであるということができ、開回路電圧が測定できない放電時においても、その放電が、電力を供給する負荷が放電中に変化しない定負荷放電であれば、その放電中に微妙に変動するバッテリーの端子電圧と放電電流とを測定することで、その定負荷放電におけるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関である電圧-電流特性を求めて、その特性式( $V=aI+b$ )に仮想電流値 $I_s=-10A$ を代入して推定電圧 $V_n$ を求める

$$\begin{aligned} SOC &= \{ [(V_n + V_e) / 2] \times [(V_n - V_e) / (V_s - V_e)] \\ &\quad \times Ah \} / \{ [(V_s + V_e) / 2] \times Ah \} \times 100 (\%) \\ &= \{ (V_n^2 - V_e^2) / (V_s^2 - V_e^2) \} \times 100 (\%) \end{aligned}$$

となる。

【0031】

【発明が解決しようとする課題】ところで、バッテリーの放電中には、図28に示すように、純抵抗(バッテリーのオーミック抵抗)の影響による電圧降下、つまり、純抵抗に放電電流を乗じたIR降下や、放電側分極による電圧降下が生じ、逆に、バッテリーの充電中には、これら純抵抗の影響による電圧上昇や充電側分極による電圧上昇が生じる。

【0032】特に、図28に示すように、バッテリーの放電時に生じる放電側分極に含まれる、電極の表面上で酸化還元反応を進行させるための活性化分極や、物質移動の結果として電極表面と溶液バルクとの間に生じた反応物や生成物の濃度差による濃度分極は、放電電流の増減に対して多少遅れて反応するため、放電電流の値に比例するような直線的相関を示さない。

【0033】そのため、上述したように、バッテリーの充電状態SOCを求めるために、放電時に測定できないバッテリーの開回路電圧に代わって推定電圧 $V_n$ を求める場合、その前段階として、端子電圧と放電電流とを放電中に測定してバッテリーの電圧-電流特性を求めると、その端子電圧が放電時の分極による電圧降下を含んでいることから、求めたバッテリーの電圧-電流特性やその電圧-電流特性から推定した推定電圧 $V_n$ が、バッテリーの充電状態SOCだけでなく分極による電圧降下を反映したものとなってしまう、よって、この推定電圧 $V_n$ をそのまま用いたのでは、バッテリーの充電状態SOCを正確に求めることができない。

【0034】しかも、分極による電圧降下量は、放電電流の大小や、放電の開始から放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間の長短によって異なることから、放電電流値や放電時間が異なると、それに応じて、放電中の端子電圧と放電電流との測定値により求められるバッテリーの電圧-電流特性の傾きが変化してしまう。

【0035】また、ひいては、この電圧-電流特性から

ことで、この推定電圧 $V_n$ からバッテリーの充電状態SOCを求めることができる。

【0029】そして、図27の縦軸上における推定電圧 $V_n$ と満充電時の開回路電圧 $V_s$ との比に換算して、満充電容量に対する現在の充電状態SOCを求めると、 $SOC = \{ (V_n - V_e) / (V_s - V_e) \} \times 100 (\%)$ となる。

【0030】しかし、正確を期して、電力( $V \times Ah$ )の比に換算して満充電容量に対する現在の充電状態SOCを求めると、

推定される推定電圧 $V_n$ や、この推定電圧 $V_n$ を用いて求められるバッテリーの充電状態SOC、或は、求め方によっては充電状態SOCに先立って求められる、測定不能な開回路電圧OCVの各値までもが、放電電流値や放電時間の相違によって、異なる値になってしまう。

【0036】本発明は前記事情に鑑みなされたもので、本発明の目的は、放電時に測定できるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関から、バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を求め、或は、求めた推定電圧を用いて、バッテリーの開回路電圧や充電容量を求めるに当たり、それらを求めるのに用いた放電中のバッテリーの端子電圧中に含まれる電圧降下量が、放電電流値や放電時間によって異なっても、バッテリーの推定電圧を正確に推定し、或は、バッテリーの開回路電圧や充電容量を正確に演算することのできる、バッテリーの端子電圧推定方法、或は、バッテリーの開回路電圧演算方法やバッテリー容量演算方法と、これらの方法を実施する際に用いて好適なバッテリーの端子電圧推定装置、或は、バッテリーの開回路電圧演算装置やバッテリー容量容量演算装置とを提供することにある。

【0037】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する請求項1乃至請求項3に記載した本発明は、バッテリーの端子電圧推定方法に関するものであり、請求項4乃至請求項9に記載した本発明は、バッテリーの開回路電圧演算方法に関するものであり、請求項10に記載した本発明は、バッテリー容量演算方法に関するものであり、請求項11乃至請求項13に記載した本発明は、バッテリーの端子電圧推定装置に関するものであり、請求項14乃至請求項19に記載した本発明は、バッテリーの開回路電圧演算装置に関するものであり、請求項20に記載した本発明は、バッテリー容量演算装置に関するものである。

【0038】そして、請求項1に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法は、車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定して



これら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性を求め、この電圧－電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定するに当たり、前記バッテリーが、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際に、該定負荷放電の放電電流が最大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を求め、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧－電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性における、所定の仮想電流値に対応する電圧値を、前記推定電圧の値として推定するようにしたことを特徴とする。

【0039】また、請求項2に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法は、請求項1に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法において、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式とするようにした。

【0040】さらに、請求項3に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法は、請求項1又は2に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法において、少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値を、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値とし、前記バッテリーの放電電流が、前記所定の大電流値から減少し始めてから、該所定の大電流値よりも低く、かつ、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の、目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記平衡状態にあったバッテリーに関する分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性、及び、前記分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を各々求めるようにした。

【0041】また、請求項4に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法は、車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性を求め、この電圧－電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定し、この推定電圧を用いて、前記バッテリーの平衡状態における端子電圧に相当する開回路電圧を演算するに当たり、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分

な電流値による定負荷放電を行った際に、該定負荷放電の放電電流が最大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を求め、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧－電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、前記分極の影響を含まない電圧－電流特性上の電流＝0の時の電圧値である前記開回路電圧の値と、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定した前記推定電圧の値との差値を、前記バッテリーの放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値として予め求めておき、以後、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に、該定負荷放電の放電電流の最大電流値からの減少中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を新たに求め、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の前記基準電流値における電圧値が、該分極の影響を含んだ電圧－電流特性を新たに求めた時点における、前記分極の影響を含まない電圧－電流特性上の前記基準電圧値と一致するように、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて、現在の前記推定電圧を推定し、前記推定した前記現在の推定電圧の値に、前記残存電圧降下値を加算することで、現在の前記開回路電圧を演算するようにしたことを特徴とする。

【0042】さらに、請求項5に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法は、請求項4に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記残存電圧降下値を予め求めた以後、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に、該定負荷放電中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を新たに求めた時点における前記分極の影響を含まない電圧－電流特性を求めるようにした。

【0043】また、請求項6に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法は、請求項4又は5に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記バッテリーが平衡状態となる毎に、該平衡状態において測定した前記バッテリーの端子電圧の値を現在の開回路電圧の値として取得し、前記平衡状態から前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充

電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含まない電圧－電流特性を求めると共に、前記平衡状態から前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の放電電流が該所定の大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含む電圧－電流特性を求め、前記取得した開回路電圧の値と前記最新の分極の影響を含む電圧－電流特性を用いて、最新の前記残存電圧降下値を求めた後、該最新の残存電圧降下値と、前記最新の分極の影響を含まない電圧－電流特性とを用いて、前記現在の開回路電圧を演算するようにした。

【0044】さらに、請求項7に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法は、請求項4、5又は6に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式とするようにした。

【0045】また、請求項8に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法は、請求項4、5、6又は7に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、少なくとも放電直前に前記バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値を、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値とし、前記バッテリーの放電電流が、前記所定の大電流値から減少し始めてから、該所定の大電流値よりも低く、かつ、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の、目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記平衡状態にあったバッテリーに関する分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性、及び、前記分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を各々求めるようにした。

【0046】さらに、請求項9に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法は、請求項4、5、6、7又は8に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて、前記バッテリーの現在の推定電圧を推定する毎に、該推定時点における前記バッテリーの周辺温度と、前記平衡状態のバッテリーの分極の影響を含まない前記電圧－電流特性の取得時点における前記バッテリーの周辺温度とに応じて、前記残存電圧降下値を補正し、該補正した残存電圧降下値を用いて前記現在の開回路電圧を演算するようにした。

【0047】また、請求項10に記載した本発明のバッテリー容量演算方法は、請求項4、5、6、7、8又は9に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によ

り演算した前記バッテリーの現在の開回路電圧から、該バッテリーの現在の充電容量を演算するようにしたことを特徴とする。

【0048】さらに、請求項11に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置は、図1の基本構成図に示すように、車両の負荷に電力を供給するバッテリー13の端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性を求め、この電圧－電流特性を用いて前記バッテリー13の定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定するバッテリーの端子電圧推定装置において、前記バッテリー13が行う、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電において、前記バッテリー13の放電電流が最大電流値から減少し始めた後に、周期的に測定される前記バッテリー13の端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を求める分極影響特性割出手段23Aと、前記分極影響特性割出手段23Aが求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を前記分極影響特性割出手段23Aが求めた時点における、前記バッテリー13の純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧－電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせた、シフト後の前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めるシフト後分極影響特性割出手段23Bと、前記シフト後分極影響特性割出手段23Bが求めた前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧－電流特性における、所定の仮想電流値に対応する電圧値を、前記バッテリー13の現在の推定電圧の値として推定する推定電圧推定手段23Cとを備えていることを特徴とする。

【0049】また、請求項12に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置は、請求項11に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記分極影響特性割出手段23Aが、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式として求めるものとした。

【0050】さらに、請求項13に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置は、請求項11又は12に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、少なくとも放電直前に前記バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値が、前記バッテリー13からの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷5の駆動に必要とする所定の大電流値であり、前記分極影響特性割出手段23Aが、前記バッテリー13の放電電流が前記所定の大電流値から減少し始めた後、前記最大電力消費負荷5以外の前記車両の負荷が駆動されている際

における最大放電電流値以上の目標電流値に低下するまでの間、前記周期的に測定される前記バッテリー13の端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めるものとした。

【0051】また、請求項14に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置は、車両の負荷に電力を供給するバッテリー13の端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性を求め、この電圧-電流特性を用いて前記バッテリー13の定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定し、この推定電圧を用いて、前記バッテリー13の平衡状態における端子電圧に相当する開回路電圧を演算するバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記バッテリー13が、少なくとも放電直前に該バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際の、放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値を記憶する残存電圧降下値記憶手段27と、前記バッテリー13の、少なくとも放電直前に該バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電において、前記バッテリー13の放電電流が最大電流値から減少し始めた後に、周期的に測定される前記バッテリー13の端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を求める分極影響特性割出手段23Aと、前記分極影響特性割出手段23Aが求めた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、該分極の影響を含んだ電圧-電流特性を前記分極影響特性割出手段23Aが求めた時点における、前記バッテリー13の純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧-電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせた、シフト後の前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めるシフト後分極影響特性割出手段23Bと、前記シフト後分極影響特性割出手段23Bが求めた前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて、前記バッテリー13の現在の推定電圧を推定する推定電圧推定手段23Cとを備えており、予め求められた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の前記基準電流値における電圧値が、予め求められた前記分極の影響を含まない電圧-電流特性上の前記基準電圧値と一致するように、前記予め求められた分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせることで得られる、前記電圧軸方向にシフトさせた後の前記予め求められた分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて、予め推定した前記推定電圧の値と、前記予め求められた分極の影響を含まない電圧-電流特性上の電流=0の時の電圧値である前記開回路電圧の値との差値が、前記残存電圧降下値記憶手段27に予め記憶されており、前記残存電圧降下値記憶手

段27に予め記憶された前記残存電圧降下値を、前記推定電圧推定手段23Cが推定した前記現在の推定電圧の値に加算することで、現在の前記開回路電圧を演算することを特徴とする。

【0052】さらに、請求項15に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置は、請求項14に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、少なくとも放電直前に前記バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った該バッテリー13の周期的に測定される端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含まない前記電圧-電流特性を求める純抵抗特性割出手段23Dをさらに備えており、前記シフト後分極影響特性割出手段23Bは、前記分極影響特性割出手段23Aが求めた前記分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性と、前記純抵抗特性割出手段23Dが求めた前記分極の影響を含まない前記電圧-電流特性とを用いて、前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めるものとした。

【0053】また、請求項16に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置は、請求項14又は15に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記バッテリー13が平衡状態にあるか否かを判別する平衡状態判別手段23Eと、該平衡状態判別手段23Eにより平衡状態にあると判別された状態において前記バッテリー13の端子電圧を測定する平衡状態端子電圧測定手段Aと、前記平衡状態判別手段23Eにより平衡状態にあると判別された前記バッテリー13からの、少なくとも放電直前に該バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に、当該定負荷放電中において周期的に測定される前記バッテリー13の端子電圧と放電電流とに基づいて前記推定電圧推定手段23Cが推定した前記現在の推定電圧の値を、前記平衡状態端子電圧測定手段Aが直前に測定した前記バッテリー13の端子電圧の値から差し引いて、最新の前記残存電圧降下値を求める残存電圧降下値算出手段23Fと、前記残存電圧降下値記憶手段27に記憶された前記残存電圧降下値を、前記電圧降下値算出手段23Fが求めた前記最新の残存電圧降下値に更新する電圧降下値更新手段23Gと、前記平衡状態判別手段23Eにより平衡状態にあると判別された前記バッテリー13からの、少なくとも放電直前に該バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に周期的に測定される端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含まない電圧-電流特性を求める平衡状態純抵抗特性割出手段23Hとをさらに備えているものとした。

【0054】さらに、請求項17に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置は、請求項16に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記バッテリー13の周辺温度を検出する温度検出手段19

と、前記現在の推定電圧を前記推定電圧推定手段23Cが推定した時点において、前記温度検出手段19が検出した前記バッテリー13の周辺温度と、前記残存電圧降下値記憶手段27に記憶されている前記残存電圧降下値を前記電圧降下値算出手段23Fが求めた前記最新の残存電圧降下値に前記電圧降下値更新手段23Gが更新した時点において、前記温度検出手段19が検出した前記バッテリー13の周辺温度とに応じて、前記残存電圧降下値記憶手段27に記憶されている前記残存電圧降下値を補正する補正手段23Jとをさらに備えており、該補正手段23Jにより補正された補正後の前記残存電圧降下値を、前記推定電圧推定手段23Cが推定した前記推定電圧の値に加算することで、前記現在の開回路電圧を演算するものとした。

【0055】また、請求項18に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置は、請求項14、15、16又は17に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記分極影響特性割出手段23Aが、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式として求めるものとした。

【0056】さらに、請求項19に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置は、請求項14、15、16、17又は18に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、少なくとも放電直前に前記バッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値が、前記バッテリー13からの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷5の駆動に必要とする所定の大電流値であり、前記分極影響特性割出手段23Aは、前記バッテリー13の放電電流が前記所定の大電流値から減少し始めた後、前記最大電力消費負荷5以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下するまでの間、前記周期的に測定される前記バッテリー13の端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めるものとした。

【0057】また、請求項20に記載した本発明のバッテリー容量演算装置は、請求項14、15、16、17、18又は19記載のバッテリーの開回路電圧演算装置を備えており、該バッテリーの開回路電圧演算装置により演算した前記現在の開回路電圧から、前記バッテリー13の現在の充電容量を演算することを特徴とする。

【0058】請求項1に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法によれば、バッテリーが行う定負荷放電の放電電流が、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値に達すると、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極による電圧降下や電圧上昇が仮に放電開始前に残存していても、その残存する電圧降下を上回る、放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となり、或は、その残存する電圧上昇が解消した上で、放電電流値

に応じた大きさの放電側分極が新たに発生した状態となる。

【0059】一方、平衡状態にあるバッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行っても、その放電電流値に達すると、その放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となる。

【0060】したがって、バッテリーが、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行うと、その定負荷放電の開始前にバッテリーが平衡状態にあったか、それとも、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極状態が完全には解消しきれていない状態にあったかに拘わらず、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値から放電電流が減少している間のバッテリーの端子電圧と放電電流とから求めた電圧－電流特性により推定される推定電圧は、同じ値となる。

【0061】ところで、放電時にバッテリーに発生する分極は、放電電流値が異なるか、或は、放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が異なると、発生量が異なるという特性を有している。

【0062】したがって、放電の開始から放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が長ければ、たとえ放電電流の最大値が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量は、放電時間が短い場合よりも大きくなり、また、放電電流の最大値が大きければ、たとえ放電時間が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流の最大値が小さい場合よりも大きくなる。

【0063】また、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流が増加している間は、放電電流が増加するペースとほぼ同じペースで増加するものの、放電電流が最大値に達した後に減少に転じると、放電電流が減少するペースよりも鈍いペースでしか減少せず、その結果、放電が終了して放電電流が0になった後にも、分極による端子電圧の電圧降下の大半は暫く解消しない。

【0064】以上の特性を総合すると、放電時に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とから、両者の相関を示す分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めた場合に、放電電流値や放電時間の相違による電圧降下量の相違の影響は、放電電流の増加中における特性部分に顕著に現れ、放電電流の減少中における特性部分には殆ど現れないことになる。

【0065】よって、分極の影響を含んだ電圧－電流特性のうち、放電電流の増加中における特性部分については、放電電流値や放電時間が異なると特性自体が変化するが、放電電流の減少中における特性部分については、

放電電流値や放電時間が異なっても特性自体はほぼ変化せず、単に、特性を示す一般式における電圧軸上の切片を表す変数の値のみが変化して、ある放電電流値に対応する端子電圧値が変化するだけに過ぎない。

【0066】したがって、放電中の放電電流と端子電圧とを測定して求められるバッテリーの分極の影響を含んだ電圧－電流特性のうち、放電電流の減少中における特性部分については、放電電流値や放電時間が異なっても特性式自体には変化がないことになる。

【0067】そのため、定負荷放電の放電電流が、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値から減少する間に周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とから求めた、分極の影響を含んだ電圧－電流特性を、バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない電圧－電流特性上の、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値よりも低い基準電流値における基準電圧値と一致するように電圧軸方向にシフトさせると、このシフト操作により、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧－電流特性が、放電電流の増加により発生量が増加した分極による電圧降下量の分だけ電圧軸方向に嵩上げされ、その結果、放電電流の増加中における電圧－電流特性部分の、放電電流値や放電時間による変化成分が、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧－電流特性から除去されることになる。

【0068】また、請求項2に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法によれば、請求項1に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法において、分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式とすると、放電電流の減少のベースに対する、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量の減少のベースの鈍さが、分極の影響を含んだ電圧－電流特性中により正確に反映されて、この分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定される推定電圧の精度がより高くなることになる。

【0069】さらに、請求項3に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法によれば、請求項1又は2に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法において、車両の最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値は、その車両の他の負荷に対してバッテリーからの電力が仮に複数同時に供給されている場合であっても、その場合の電流値を上回ることから、この最大電力消費負荷の駆動開始時に必要とする所定の大電流値を、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値とすることで、放電電流が所定の大電流値に達した際には既に、前回の放電によって発生した放電側分極による電圧降下を上回る電圧降下がバッテリーの端子電圧に発生した状態に至る。

【0070】一方、バッテリーの放電電流値が所定の大電

流値から減少して、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下すると、その状態でバッテリーの端子電圧に残存している放電側分極による電圧降下には、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に電力を供給することで発生した放電側分極による電圧降下成分は表面上現れず、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが、表面上現れた状態となる。

【0071】したがって、所定の大電流値による定負荷放電を行ったバッテリーの放電電流値が、所定の大電流値から減少し始めて目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めると、この分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定した現在の推定電圧は、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみを、純粋に反映したものとなる。

【0072】また、請求項4に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、バッテリーが行う定負荷放電の放電電流が、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値に達すると、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極による電圧降下や電圧上昇が仮に放電開始前に残存していても、その残存する電圧降下を上回る、放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となり、或は、その残存する電圧上昇が解消した上で、放電電流値に応じた大きさの放電側分極が新たに発生した状態となる。

【0073】一方、平衡状態にあるバッテリーが、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行っても、その放電電流値に達すると、その放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となる。

【0074】したがって、バッテリーが、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行うと、その定負荷放電の開始前にバッテリーが平衡状態にあったか、それとも、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極状態が完全には解消しきれていない状態にあったかに拘わらず、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値から放電電流が減少している間のバッテリーの端子電圧と放電電流とから求めた電圧－電流特性により推定される推定電圧は、同じ値となる。

【0075】そして、少なくとも放電直前にバッテリーに

発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の開始前にバッテリーが平衡状態にあったか否かに拘わらず、その定負荷放電をバッテリーが開始した後に推定される推定電圧の値は、定負荷放電を開始する前のバッテリーが平衡状態にあったと仮定した場合の、その平衡状態におけるバッテリーの端子電圧に当たる開回路電圧に対して、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値によってバッテリーが行った定負荷放電の終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量として予め求められている残存電圧降下値の分だけ、低い値を示すことになる。

【0076】ところで、放電時にバッテリーに発生する分極は、放電電流値が異なるか、或は、放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が異なると、発生量が異なるという特性を有している。

【0077】したがって、放電の開始から放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が長ければ、たとえ放電電流の最大値が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量は、放電時間が短い場合よりも大きくなり、また、放電電流の最大値が大きければ、たとえ放電時間が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流の最大値が小さい場合よりも大きくなる。

【0078】また、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流が増加している間は、放電電流が増加するペースとほぼ同じペースで増加するものの、放電電流が最大値に達した後に減少に転じると、放電電流が減少するペースよりも鈍いペースでしか減少せず、その結果、放電が終了して放電電流が0になった後にも、分極による端子電圧の電圧降下の大半は暫く解消しない。

【0079】以上の特性を総合すると、放電時に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とから、両者の相関を示す分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めた場合に、放電電流値や放電時間の相違による電圧降下量の相違の影響は、放電電流の増加中における特性部分に顕著に現れ、放電電流の減少中における特性部分には殆ど現れないことになる。

【0080】よって、分極の影響を含んだ電圧-電流特性のうち、放電電流の増加中における特性部分については、放電電流値や放電時間が異なると特性自体が変化するが、放電電流の減少中における特性部分については、放電電流値や放電時間が異なっても特性自体はほぼ変化せず、単に、特性を示す一般式における電圧軸上の切片を表す変数の値のみが変化して、ある放電電流値に対応する端子電圧値が変化するだけに過ぎない。

【0081】したがって、放電中の放電電流と端子電圧とを測定して求められるバッテリーの分極の影響を含んだ電圧-電流特性のうち、放電電流の減少中における特性

部分については、放電電流値や放電時間が異なっても特性自体には変化がないことになる。

【0082】そのため、定負荷放電の放電電流が、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値から減少する間に周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とから求めた、分極の影響を含んだ電圧-電流特性を、バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない電圧-電流特性上の、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値よりも低い基準電流値における基準電圧値と一致するように電圧軸方向にシフトさせると、このシフト操作により、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性が、放電電流の増加により発生量が増加した分極による電圧降下量の分だけ電圧軸方向に嵩上げされ、その結果、放電電流の増加中における電圧-電流特性部分の、放電電流値や放電時間による変化成分が、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性から除去されることになる。

【0083】よって、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電をバッテリーが行った場合の、放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値として予め求めておいた、基準電流値における電圧値が分極の影響を含まない電圧-電流特性上の基準電圧値と一致するように電圧軸方向にシフトさせた後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定した推定電圧の値と、分極の影響を含まない電圧-電流特性上の電流=0の時の電圧値である開回路電圧の値との差値は、放電電流値や放電時間の相違による電圧-電流特性部分の変化成分を含まないものとなる。

【0084】そして、分極の影響を含まない電圧-電流特性上の電流=0の時の電圧値である開回路電圧とは、換言すると、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を開始する前のバッテリーが平衡状態にあったと仮定した場合の、その平衡状態におけるバッテリーの端子電圧に当たる値であることから、分極の影響を含んだ電圧-電流特性を、分極の影響を含まない電圧-電流特性上の基準電圧値において交わるように電圧軸方向にシフトさせると、そのシフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性により推定される推定電圧は、常に、残存電圧降下値の分だけ開回路電圧に対して低い値を示すことになる。

【0085】さらに、請求項5に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値によるバッテリーの定負荷放電中に周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流

とから、分極の影響を含んだ電圧－電流特性が求められると、その時点における分極の影響を含まない電圧－電流特性も、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値によるバッテリーの定負荷放電中に周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とから求められて、現在の開回路電圧の演算に供されることになる。

【0086】また、請求項6に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4又は5に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、バッテリーが平衡状態となると、その度に、バッテリーの端子電圧が測定されてその値が現在の開回路電圧の値として取得され、その後、平衡状態となったバッテリーが行う、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の際に、周期的に測定したバッテリーの端子電圧及び放電電流から求められる最新の分極の影響を含む電圧－電流特性と、直近に現在の開回路電圧の値として取得された平衡状態におけるバッテリーの端子電圧とを用いて、最新の残存電圧降下値が求められ、これにより、現在の開回路電圧の演算に用いられる残存電圧降下値が、最新の値に更新設定されることになる。

【0087】これと共に、平衡状態となったバッテリーから、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電が行われると、その際に周期的に測定したバッテリーの端子電圧及び放電電流から、最新の分極の影響を含まない電圧－電流特性が求められ、これにより、残存電圧降下値と共に現在の開回路電圧の演算に用いられる、分極の影響を含まない電圧－電流特性が、最新の特性に更新設定されることになる。

【0088】さらに、請求項7に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4、5又は6に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式とすると、放電電流の減少のペースに対する、放電による分極に起因してバッテリーに生じる端子電圧の電圧降下量の減少のペースの鈍さが、分極の影響を含んだ電圧－電流特性中により正確に反映されて、この分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定される推定電圧の精度や、この推定電圧を用いて演算される開回路電圧の精度がより高くなることになる。

【0089】また、請求項8に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4、5、6又は7に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、車両の最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値は、その車両の他の負荷に対してバッテリーからの電力が仮に複数同時に供給されている場合であっても、その場合の電流値を上回ることから、この最大電力消費負荷の駆動開始時に必要とする所定の大電流値

を、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値とすることで、放電電流が所定の大電流値に達した際には既に、前回の放電によって発生した放電側分極による電圧降下を上回る電圧降下がバッテリーの端子電圧に発生した状態に至る。

【0090】一方、バッテリーの放電電流値が所定の大電流値から減少して、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下すると、その状態でバッテリーの端子電圧に残存している放電側分極による電圧降下には、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に電力を供給することで発生した放電側分極による電圧降下成分は表面上現れず、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが、表面上現れた状態となる。

【0091】したがって、所定の大電流値による定負荷放電を行ったバッテリーの放電電流値が、所定の大電流値から減少し始めて目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めると、この分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定した現在の推定電圧は、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみを、純粹に反映したものとなる。

【0092】さらに、請求項9に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4、5、6、7又は8に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、バッテリーの周辺温度が変化すると、バッテリーの容量が変化してバッテリーの端子に現れる端子電圧も変化するので、残存電圧降下値の算出根拠となる、分極の影響を含まない電圧－電流特性の取得時点と、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に求めた分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて現在の推定電圧を推定した時点とで、バッテリーの周辺温度が異なると、バッテリーの周辺温度に応じて残存電圧降下値に反映されている端子電圧成分と、バッテリーの周辺温度に応じて現在の推定電圧に反映されている端子電圧成分とが、相違することになる。

【0093】しかし、分極の影響を含まない電圧－電流特性の取得時点におけるバッテリーの周辺温度と、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に求めた分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて現在の推定電圧を推定した時点におけるバッテリーの周辺温度とに応じて、残存電圧降下値を補正すると、バッテリーの周辺温度



に応じた端子電圧成分が同じ条件で残存電圧降下値と推定電圧とに反映されるので、補正後の残存電圧降下値を用いると、バッテリーの周辺温度の相違による端子電圧の変動成分が排除された状態で、現在の開回路電圧が演算されることになる。

【0094】また、請求項10に記載した本発明のバッテリー容量演算方法によれば、請求項4、5、6、7、8又は9に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法により演算した、分極に伴う電圧変動の放電電流値や放電時間の相違に起因するばらつきを含まない現在の開回路電圧を用いることで、この開回路電圧と直線的関係にあるバッテリーの現在の充電容量が、分極による電圧変動の影響を含まずに演算されることになる。

【0095】尚、以上の請求項に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法やバッテリーの開回路電圧演算方法、或は、バッテリー容量演算方法において、バッテリーの分極の影響を含まない電圧－電流特性や、平衡状態のバッテリーの分極の影響を含まない電圧－電流特性を求める方法は、特定の方法に限定されないが、その一例として、次のような方法を採用することができる。

【0096】即ち、まず、第1の方法として、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際に周期的に測定されるバッテリーの端子電圧と放電電流とから、放電電流の増加中におけるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関を示す前記電圧－電流特性の第1の近似曲線式と、放電電流の減少中におけるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関を示す前記電圧－電流特性の第2の近似曲線式とを求め、前記第1の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第1の点を、前記第2の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第2の点をそれぞれ定め、前記第2の点に対応する第2の放電電流が流れたとき第2の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第2の分極抵抗成分からなる第2の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第1の想定点を、前記第1の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に想定すると共に、前記第1の点に対応する第1の放電電流が流れたとき第1の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第1の分極抵抗成分からなる第1の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第2の想定点を、前記第2の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に想定し、前記第2の点と前記第1の想定点とを結ぶ直線の第1の傾斜を、前記第2の放電電流と前記第1の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第2の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第2の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜を求めると共に、前記第1の点と前記第2の想定点とを結ぶ直線の第2の傾斜を、前記第1の放電電流と前記第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第1の分極抵抗成分

による電圧降下の差分に相当する量補正して、第1の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜を求め、該求めた前記第1及び第2の傾斜を加算平均して平均傾斜を求めることで、該求めた平均傾斜を前記バッテリーの前記純抵抗、即ち、バッテリーの分極の影響を含まない電圧－電流特性として求める方法を採用することができる。

【0097】その上で、第2の方法として、上述した第1の方法又は第2の方法に加えて、前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式を求めるため測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点とするようにしてもよい。

【0098】さらに、第3の方法として、上述した第1の方法又は第2の方法に加えて、前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式及び前記第2の近似曲線式上の、これら第1の近似曲線式及び第2の近似曲線式を求めるため測定した前記バッテリーの放電電流の最大電流値に相当する上の点とするようにしてもよい。

【0099】また、第4の方法として、上述した第1の方法乃至第3の方法のいずれかに加えて、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式とを求めるに当たって、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しておくようにしてもよい。

【0100】そして、上述した第1の方法によれば、バッテリーの、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とから、放電電流の増加中におけるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性の第1の近似曲線式と、放電電流の減少中におけるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性の第2の近似曲線式とを求める。

【0101】次に、第1の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第1の点を、第2の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に第2の点をそれぞれ定める。

【0102】そして、第2の点に対応する第2の放電電流が流れたとき第2の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第2の分極抵抗成分からなる第2の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第1の想定点を、前記第1の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に想定すると共に、第1の点に対応する第1の放電電流が流れたとき第1の電圧降下を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第1の分極抵抗成分からなる第1の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第2の想定点を、前記第2の近似曲線式によって表される電圧－電流特性曲線上に想定する。

【0103】その後、第2の点と第1の想定点とを結ぶ直線の第1の傾斜を、第2の放電電流と第1の想定点で



の放電電流とによってそれぞれ生じる、第2の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第2の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜を求めると共に、第1の点と前記第2の想定点とを結ぶ直線の第2の傾斜を、第1の放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第1の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜を求める。

【0104】このようにして求めた第1の補正傾斜と第2の補正傾斜とを加算平均することで、これら2つの補正傾斜の平均傾斜をバッテリーの純抵抗として求めることから、所定の大電流による定電流放電時に周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とから得られるデータを処理するだけで、バッテリーの純抵抗を求めることができる。

【0105】また、上述した第2の方法によれば、第1の点と第2の点とを、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としているので、傾斜を求めるための少なくとも一方の点を実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくすることができる。

【0106】さらに、上述した第3の方法によれば、第1の点と第2の点とを、第1の近似曲線式及び第2の近似曲線式上の、これら第1の近似曲線式及び第2の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの放電電流の最大電流値に相当する上の点としているので、傾斜を求めるための少なくとも一方の点を実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくできると共に、両方の点が共通のものとなり、異なるデータを使用するものに比べて誤差の入ることをなくすることができる。

【0107】また、上述した第4の方法によれば、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるに当たって、周期的に測定したバッテリーの端子電圧と放電電流とを最新の所定時間分収集して格納、記憶しているため、この記憶した実データを用いて、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるのに必要な放電電流が流れたことを確認してから、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めることができる。

【0108】さらに、請求項11に記載した本発明のバッテリー端子電圧推定装置によれば、図1に示すように、バッテリー13が行う定負荷放電の放電電流が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値に達すると、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極による電圧降下や電圧上昇が仮に放電開始前に残存していても、その残存する電圧降下を上回る、放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となり、或は、その残存する電圧

上昇が解消した上で、放電電流値に応じた大きさの放電側分極が新たに発生した状態となる。

【0109】一方、平衡状態にあるバッテリー13が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行っても、その放電電流値に達すると、その放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となる。

【0110】したがって、バッテリー13が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行うと、その定負荷放電の開始前にバッテリー13が平衡状態にあったか、それとも、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極状態が完全には解消しきれていない状態にあったかに拘わらず、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値から放電電流が減少している間のバッテリー13の端子電圧と放電電流とから求めた電圧-電流特性により推定される推定電圧は、同じ値となる。

【0111】ところで、放電時にバッテリー13に発生する分極は、放電電流値が異なるか、或は、放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が異なると、発生量が異なるという特性を有している。

【0112】したがって、放電の開始から放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が長ければ、たとえ放電電流の最大値が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量は、放電時間が短い場合よりも大きくなり、また、放電電流の最大値が大きければ、たとえ放電時間が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流の最大値が小さい場合よりも大きくなる。

【0113】また、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流が増加している間は、放電電流が増加するペースとほぼ同じペースで増加するものの、放電電流が最大値に達した後に減少に転じると、放電電流が減少するペースよりも鈍いペースでしか減少せず、その結果、放電が終了して放電電流が0になった後にも、分極による端子電圧の電圧降下の大半は暫く解消しない。

【0114】以上の特性を総合すると、放電時に測定したバッテリー13の端子電圧と放電電流とから、両者の相関を示す分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めた場合に、放電電流値や放電時間の相違による電圧降下量の相違の影響は、放電電流の増加中における特性部分に顕著に現れ、放電電流の減少中における特性部分には、放電電流値や放電時間の相違による電圧降下量の相違の影響は殆ど現れないことになる。

【0115】よって、分極の影響を含んだ電圧-電流特性のうち、放電電流の増加中における特性部分については、放電電流値や放電時間が異なると特性自体が変化する

るが、放電電流の減少中における特性部分については、放電電流値や放電時間が異なっても特性自体はほぼ変化せず、単に、特性を示す一般式における電圧軸上の切片を表す変数の値のみが変化して、ある放電電流値に対応する端子電圧値が変化するだけに過ぎない。

【0116】したがって、バッテリー13の放電電流が所定の大電流値から減少し始めたことを放電電流減少開始検出手段Aが検出した後に、周期的に測定されるバッテリー13の端子電圧と放電電流とから分極影響特性割出手段23Aが求める、分極の影響を含んだ電圧-電流特性は、放電電流値や放電時間が異なっても特性式自体に変化がないことになる。

【0117】そのため、分極の影響を含んだ電圧-電流特性を分極影響特性割出手段23Aが求めた時点におけるバッテリー13の、分極の影響を含まない電圧-電流特性上の、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値よりも低い基準電流値における基準電圧値と一致するように、分極影響特性割出手段23Aが求めた分極の影響を含んだ電圧-電流特性をシフト後分極影響特性割出手段23Bが電圧軸方向にシフトさせると、このシフト操作により、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性が、放電電流の増加により発生量が増加した分極による電圧降下量の分だけ電圧軸方向に嵩上げされ、その結果、放電電流の増加中における電圧-電流特性部分の、放電電流値や放電時間による変化成分を除去した特性として、シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性が求められることになる。

【0118】また、請求項12に記載した本発明のバッテリー端子電圧推定装置によれば、請求項11に記載した本発明のバッテリー端子電圧推定装置において、分極の影響を含んだ電圧-電流特性を二次の近似曲線式とすると、放電電流の減少のペースに対する、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量の減少のペースの鈍さが、分極影響特性割出手段23Aの求める分極の影響を含んだ電圧-電流特性中により正確に反映されて、この分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定電圧推定手段23Cにより推定されるバッテリー13の現在の推定電圧の精度がより高くなることになる。

【0119】さらに、請求項13に記載した本発明のバッテリー端子電圧推定装置によれば、請求項11又は12に記載した本発明のバッテリー端子電圧推定装置において、車両の最大電力消費負荷5の駆動に必要とする所定の大電流値は、その車両の他の負荷に対してバッテリー13からの電力が仮に複数同時に供給されている場合であっても、その場合の電流値を上回ることから、この最大電力消費負荷の駆動開始時に必要とする所定の大電流値を、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値とすることで、

放電電流が所定の大電流値に達した際には既に、前回の放電によって発生した放電側分極による電圧降下を上回る電圧降下がバッテリー13の端子電圧に発生した状態に至っていることになる。

【0120】一方、バッテリー13の放電電流値が所定の大電流値から減少して、最大電力消費負荷5以外の車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下すると、その状態でバッテリー13の端子電圧に残存している放電側分極による電圧降下には、最大電力消費負荷5以外の車両の負荷に電力を供給することで発生した放電側分極による電圧降下成分は表面上現れず、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下の、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが、表面上現れた状態となる。

【0121】したがって、所定の大電流値による定負荷放電を行ったバッテリー13の放電電流値が、所定の大電流値から減少し始めて目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した端子電圧と放電電流とから、分極影響特性割出手段23Aが分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めると、この分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定電圧推定手段23Cが推定する現在の推定電圧は、最大電力消費負荷5以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下の、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみを、純粋に反映したものと

なる。

【0122】また、請求項14に記載した本発明のバッテリー開路電圧演算装置によれば、バッテリー13が行う定負荷放電の放電電流が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値に達すると、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極による電圧降下や電圧上昇が仮に放電開始前に残存していても、その残存する電圧降下を上回る、放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となり、或は、その残存する電圧上昇が解消した上で、放電電流値に応じた大きさの放電側分極が新たに発生した状態となる。

【0123】一方、平衡状態にあるバッテリー13が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行っても、その放電電流値に達すると、その放電電流値に応じた大きさの放電側分極が発生した状態となる。

【0124】したがって、バッテリー13が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行うと、その定負荷放電の開始前にバッテリー13が平衡状態にあったか、それとも、前回の放電において発生した放電側や充電側の分極状態が完全には解消しきれていない状態に

あったかに拘わらず、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値から放電電流が減少している間のバッテリー13の端子電圧と放電電流とから求めた電圧-電流特性により推定される推定電圧は、同じ値となる。

【0125】そして、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の開始前にバッテリー13が平衡状態にあったか否かに拘わらず、その定負荷放電をバッテリー13が開始した後に推定される推定電圧の値は、定負荷放電を開始する前のバッテリー13が平衡状態にあったと仮定した場合の、その平衡状態におけるバッテリー13の端子電圧に当たる開回路電圧に対して、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値によってバッテリー13が行った定負荷放電の終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量として予め求められて残存電圧降下値記憶手段27に記憶されている残存電圧降下値の分だけ、低い値を示すことになる。

【0126】ところで、放電時にバッテリー13に発生する分極は、放電電流値が異なるか、或は、放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が異なると、発生量が異なるという特性を有している。

【0127】したがって、放電の開始から放電電流が最大値に達するまでに要する放電時間が長ければ、たとえ放電電流の最大値が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量は、放電時間が短い場合よりも大きくなり、また、放電電流の最大値が大きければ、たとえ放電時間が同じであっても、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流の最大値が小さい場合よりも大きくなる。

【0128】また、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量は、放電電流が増加している間は、放電電流が増加するペースとほぼ同じペースで増加するものの、放電電流が最大値に達した後に減少に転じると、放電電流が減少するペースよりも鈍いペースでしか減少せず、その結果、放電が終了して放電電流が0になった後にも、分極による端子電圧の電圧降下の大半は暫く解消しない。

【0129】以上の特性を総合すると、放電時に測定したバッテリー13の端子電圧と放電電流とから、両者の相関を示す分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めた場合に、放電電流値や放電時間の相違による電圧降下量の相違の影響は、放電電流の増加中における特性部分に顕著に現れ、放電電流の減少中における特性部分には、放電電流値や放電時間の相違による電圧降下量の相違の影響は殆ど現れないことになる。

【0130】よって、分極の影響を含んだ電圧-電流特性のうち、放電電流の増加中における特性部分について

は、放電電流値や放電時間が異なると特性自体が変化するが、放電電流の減少中における特性部分については、放電電流値や放電時間が異なっても特性自体はほぼ変化せず、単に、特性を示す一般式における電圧軸上の切片を表す変数の値のみが変化して、ある放電電流値に対応する端子電圧値が変化するだけに過ぎない。

【0131】したがって、バッテリー13の放電電流が所定の大電流値から減少し始めたことを放電電流減少開始検出手段Aが検出した後に、周期的に測定されるバッテリー13の端子電圧と放電電流とから分極影響特性割出手段23Aが求める、分極の影響を含んだ電圧-電流特性は、放電電流値や放電時間が異なっても特性式自体に変化がないことになる。

【0132】そのため、分極の影響を含んだ電圧-電流特性を分極影響特性割出手段23Aが求めた時点におけるバッテリー13の、分極の影響を含まない電圧-電流特性上の、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値よりも低い基準電流値における基準電圧値と一致するように、分極影響特性割出手段23Aが求めた分極の影響を含んだ電圧-電流特性をシフト後分極影響特性割出手段23Bが電圧軸方向にシフトさせると、このシフト操作により、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性が、放電電流の増加により発生量が増加した分極による電圧降下量の分だけ電圧軸方向に嵩上げされ、その結果、放電電流の増加中における電圧-電流特性部分の、放電電流値や放電時間による変化成分を除去した特性として、シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性が求められることになる。

【0133】よって、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電をバッテリー13が行った場合の、放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値として、残存電圧降下値記憶手段27に記憶されている、平衡状態にあったバッテリー13に関する分極の影響を含んだシフト後の電圧-電流特性を用いて推定した、平衡状態にあったバッテリー13に関する推定電圧の値と、平衡状態のバッテリー13の分極の影響を含まない電圧-電流特性上の、電流=0の時の電圧値である開回路電圧の値との差値は、放電電流値や放電時間の相違による電圧-電流特性の変化成分を含まないものとなる。

【0134】そして、分極の影響を含まない電圧-電流特性上の電流=0の時の電圧値である開回路電圧とは、換言すると、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を開始する前のバッテリー13が平衡状態にあったと仮定した場合の、その平衡状態におけるバッテリー13の端子電圧に当たる値であることから、分極の影響を含んだ電圧-電流特性を、分極の影響を含まない電圧

一電流特性上の基準電圧値において交わるように電圧軸方向にシフトさせると、そのシフト後の分極の影響を含んだ電圧－電流特性により推定される推定電圧は、常に、残存電圧降下値の分だけ開回路電圧に対して低い値を示すことになる。

【0135】さらに、請求項15に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項14に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、バッテリー13の放電電流が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値から減少し始めた後に、周期的に測定されるバッテリー13の端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ電圧－電流特性が分極影響特性割出手段23Aで求められると、その時点における分極の影響を含まない電圧－電流特性が、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値によるバッテリー13の定負荷放電中に周期的に測定したバッテリー13の端子電圧と放電電流とから純抵抗特性割出手段23Dにより求められ、この純抵抗特性割出手段23Dが求めた分極の影響を含まない電圧－電流特性と、分極影響特性割出手段23Aが求めた分極の影響を含んだ電圧－電流特性とを用いて、シフト後の分極の影響を含んだ電圧－電流特性が、シフト後分極影響特性割出手段23Bによって求められることになる。

【0136】また、請求項16に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項14又は15に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、バッテリー13が平衡状態にあると平衡状態判別手段23Eにより判別されると、その度に、バッテリー13の端子電圧が平衡状態端子電圧測定手段Aにより測定され、その後、平衡状態判別手段23Eにより平衡状態にあると判別されたバッテリー13からの、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に周期的に測定されるバッテリー13の端子電圧と放電電流とに基づいて推定電圧推定手段23Cが推定した現在の推定電圧の値が、直近に平衡状態端子電圧測定手段Aにより測定された平衡状態におけるバッテリー13の端子電圧の値から差し引くことで、最新の残存電圧降下値が残存電圧降下値算出手段23Fにより求められて、残存電圧降下値記憶手段27に記憶された残存電圧降下値が電圧降下値更新手段23Gにより、電圧降下値算出手段23Fの求めた最新の残存電圧降下値に更新されることになる。

【0137】これと共に、平衡状態判別手段23Eにより平衡状態にあると判別されたバッテリー13からの、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に周期的に測定されるバッテリー13の端子電圧と放電電流とから、最新の分極の影響を含まない電圧－電流特性が平衡状態純抵抗特性割出手段23Hにより求められ、こ

れにより、電圧降下値更新手段23Gにより最新の値に更新される残存電圧降下値と同様に、現在の開回路電圧の演算に用いられる分極の影響を含まない電圧－電流特性が、最新の特性に更新設定されることになる。

【0138】さらに、請求項17に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項16に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、バッテリー13の周辺温度が変化すると、バッテリー13の容量が変化してバッテリー13の端子に現れる端子電圧も変化するので、残存電圧降下値記憶手段27に記憶されている残存電圧降下値を電圧降下値更新手段23Gが最新の残存電圧降下値に更新した時点と、バッテリー13の現在の推定電圧を推定電圧推定手段23Cが推定した時点とで、温度検出手段19により検出されたバッテリー13の周辺温度が異なると、バッテリー13の周辺温度に応じて残存電圧降下値に反映されている端子電圧成分と、バッテリー13の周辺温度に応じて推定電圧に反映されている端子電圧成分とが、相違することになる。

【0139】しかし、温度検出手段19により検出された残存電圧降下値の最新の残存電圧降下値への更新時点におけるバッテリー13の周辺温度と、温度検出手段19により検出されたバッテリー13の現在の推定電圧の推定時点におけるバッテリー13の周辺温度とに応じて、残存電圧降下値記憶手段27に記憶された残存電圧降下値を補正手段23Jが補正すると、バッテリー13の周辺温度に応じた端子電圧成分が同じ条件で残存電圧降下値と推定電圧とに反映されるので、補正後の残存電圧降下値を用いると、バッテリー13の周辺温度の相違による端子電圧の変動成分が排除された状態で、現在の開回路電圧が演算されることになる。

【0140】また、請求項18に記載した本発明のバッテリー容量演算装置によれば、請求項14、15、16又は17に記載した本発明のバッテリー容量演算装置において、分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式とすると、放電電流の減少のペースに対する、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧の電圧降下量の減少のペースの鈍さが、分極影響特性割出手段23Aの求める分極の影響を含んだ電圧－電流特性中により正確に反映されて、この分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定電圧推定手段23Cにより推定されるバッテリー13の現在の推定電圧の精度や、この推定電圧を用いて演算される開回路電圧の精度がより高くなることになる。

【0141】さらに、請求項19に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項14、15、16、17又は18に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、車両の最大電力消費負荷5の駆動に必要とする所定の大電流値は、その車両の他の負荷に対してバッテリー13からの電力が仮に複数同時に供給されている場合であっても、その場合の電流値を

上回ることから、この最大電力消費負荷の駆動開始時に必要とする所定の大電流値を、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値とすることで、放電電流が所定の大電流値に達した際には既に、前回の放電によって発生した放電側分極による電圧降下を上回る電圧降下がバッテリー13の端子電圧に発生した状態に至っていることになる。

【0142】一方、バッテリー13の放電電流値が所定の大電流値から減少して、最大電力消費負荷5以外の車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下すると、その状態でバッテリー13の端子電圧に残存している放電側分極による電圧降下には、最大電力消費負荷5以外の車両の負荷に電力を供給することで発生した放電側分極による電圧降下成分は表面上現れず、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下の、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが、表面上現れた状態となる。

【0143】したがって、所定の大電流値による定負荷放電を行ったバッテリー13の放電電流値が、所定の大電流値から減少し始めて目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した端子電圧と放電電流とから、分極影響特性割出手段23Aが分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めると、この分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定電圧推定手段23Cが推定する現在の推定電圧は、最大電力消費負荷5以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下の、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみを、純粹に反映したものとなる。

【0144】また、請求項20に記載した本発明のバッテリー容量演算装置によれば、請求項14、15、16、17、18又は19に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置により演算した、分極に伴う電圧変動の放電電流値や放電時間の相違に起因するばらつきを含まない現在の開回路電圧を用いることで、この開回路電圧と直線的関係にあるバッテリー13の現在の充電容量が、分極による電圧変動の影響を含まずに演算されることになる。

【0145】尚、以上の請求項に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置やバッテリーの開回路電圧演算装置、或は、バッテリー容量演算装置において、バッテリー13の分極の影響を含まない電圧-電流特性や、平衡状態のバッテリー13の分極の影響を含まない電圧-電流特性を求める装置は、特定の装置に限定されないが、その一例として、次のような装置を採用することができる。

【0146】即ち、まず、第1の装置として、図2の基本構成図に示すように、前記バッテリー13の、少なくとも放電直前に該バッテリー13に発生していた充電側分極

を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に周期的に測定された、該バッテリー13の端子電圧と放電電流とから、放電電流の増加中におけるバッテリー13の端子電圧と放電電流との相関を示す前記電圧-電流特性の第1の近似曲線式と、放電電流の減少中におけるバッテリー13の端子電圧と放電電流との相関を示す前記電圧-電流特性の第2の近似曲線式とを求める近似曲線式算出手段23Kと、前記第2の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた第2の点に対応する第2の放電電流が流れたとき第2の電圧降下を生じさせる、前記バッテリー13の純抵抗と第1の分極抵抗成分からなる第1の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第1の想定点を、前記第1の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に想定すると共に、前記第1の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた第1の点に対応する第1の放電電流が流れたとき第1の電圧降下を生じさせるバッテリー13の純抵抗と第2の分極抵抗成分からなる第2の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第2の想定点を、前記第2の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に想定し、前記第2の点と前記第1の想定点とを結ぶ直線の第1の傾斜を、前記第2の放電電流と前記第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第2の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第2の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜を求めると共に、前記第1の点と前記第2の想定点とを結ぶ直線の第2の傾斜を、前記第1の放電電流と前記第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、前記第1の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、前記第1の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜を求め、該求めた前記第1の補正傾斜と第2の補正傾斜とを加算平均して平均傾斜を求める演算手段23Lとを備えており、該演算手段23Lによって求めた前記平均傾斜を前記バッテリー13の前記純抵抗として求める装置を、バッテリーの純抵抗、即ち、バッテリーの分極の影響を含まない電圧-電流特性を求める装置として用いることができる。

【0147】その上で、第2の装置として、上述した第1の装置の構成に加えて、前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式を求めるため測定した前記バッテリー13の端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点とするように構成した装置を採用してもよい。

【0148】さらに、第3の装置として、上述した第1の装置又は第2の装置の構成に加えて、前記第1の点と前記第2の点とを、前記第1の近似曲線式及び前記第2の近似曲線式上の、これら第1の近似曲線式及び第2の近似曲線式を求めるため測定した前記バッテリー13の放電電流の最大電流値に相当する上の点とするように構成した装置を採用してもよい。

【0149】また、第4の装置として、上述した第1の装置の構成乃至第3の装置のいずれかの構成に加えて、前記近似曲線式算出手段23Kを、前記第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式を求めるために、前記バッテリー13の前記所定の大電流値による定負荷放電時に周期的に測定した前記バッテリー13の端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶する記憶手段23bAを有するように構成した装置を採用してもよい。

【0150】そして、上述した第1の装置の構成によれば、バッテリー13の、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に周期的に測定したバッテリー13の端子電圧と放電電流とから、放電電流の増加中におけるバッテリー13の端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性の第1の近似曲線式と、放電電流の減少中におけるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性の第2の近似曲線式とを近似曲線式算出手段23Kが求める。

【0151】また、バッテリー13の純抵抗を求めるに当たって、演算手段23Lが、まず、第2の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた第2の点に対応する第2の放電電流が流れたとき第2の電圧降下を生じさせる、バッテリー13の純抵抗と第1の分極抵抗成分からなる第1の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第1の想定点を、前記第1の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に想定すると共に、前記第1の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた第1の点に対応する第1の放電電流が流れたとき第1の電圧降下を生じさせるバッテリー13の純抵抗と第2の分極抵抗成分からなる第2の合成抵抗と同一の抵抗値を有する第2の想定点を、前記第2の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に想定する。

【0152】次に、演算手段23Lが、第2の点と第1の想定点とを結ぶ直線の第1の傾斜を、第2の放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第2の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第2の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜を求めると共に、第1の点と第2の想定点とを結ぶ直線の第2の傾斜を、第1の放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分による電圧降下の差分に相当する量補正して、第1の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜を求める。

【0153】そして最後に、演算手段23Lが、この求めた第1の補正傾斜と第2の補正傾斜とを加算平均することで、これら2つの補正傾斜の平均傾斜をバッテリー13の純抵抗として求めることから、所定の大電流による定電流放電時に周期的に測定したバッテリー13の端子電圧と放電電流とから近似曲線式算出手段23Kにより得

られるデータを、演算手段23Lで処理するだけで、バッテリー13の純抵抗を求めることができる。

【0154】また、上述した第2の装置の構成によれば、第1の点と第2の点とを、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの端子電圧と放電電流の存在する範囲内の任意の点としているので、傾斜を求めるための少なくとも一方の点を実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくすることができる。

【0155】さらに、上述した第3の装置の構成によれば、第1の点と第2の点とを、第1の近似曲線式及び第2の近似曲線式上の、これら第1の近似曲線式及び第2の近似曲線式を求めるため測定したバッテリーの放電電流の所定の大電流値に相当する上の点としているので、傾斜を求めるための少なくとも一方の点を実データに基づくものとなり、実際から大きく外れた点を使用することをなくできると共に、両方の点が共通のものとなり、異なるデータを使用するものに比べて誤差の入ることを少なくすることができる。

【0156】また、上述した第4の方法によれば、記憶手段23bAが、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式を求めるために、周期的に測定したバッテリー13の端子電圧と放電電流とを、最新の所定時間分収集して格納、記憶しているので、この記憶手段23bAが記憶している実データを用いて、第1の近似曲線式と第2の近似曲線式とを求めるに必要な放電電流が流れたことを確認してから、第1の近似曲線式と前記第2の近似曲線式とを求めることができる。

【0157】

【発明の実施の形態】以下、本発明によるバッテリーの端子電圧推定方法、バッテリーの開回路演算方法、及び、バッテリー容量演算方法を、本発明によるバッテリーの端子電圧推定装置、バッテリーの開回路演算装置、及び、バッテリー容量演算装置と共に、図面を参照して説明するが、その前に、バッテリーそのものの特性について検討する。

【0158】ちなみに、12V車、42V車、EV車、HEV車には、スタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする負荷を搭載されており、これらの負荷に電力を供給するバッテリーの電圧-電流(V-I)特性の例は、図3及び図4に示すようになる。

【0159】V-I特性は図3に示すように、1次式 $V = aI + b$ で近似することもできるが、図5に示す分極抵抗成分の非直線形の特性の影響も考慮して、本実施形態においてバッテリー13の純抵抗による近似V-I特性を求める際には、図4に示すように、 $V = aI^2 + bI + c$ なる2次式の近似曲線式を最小二乗法によって得ることによって、高い相関を有する近似曲線式を用いるようにする。

【0160】上述したような大電流を必要とする負荷を

駆動したときには、負荷への最大供給電力値に相当する所定の大電流値による定負荷放電が行われる。このときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す実データに基づいて、図6のグラフ中に示すように、放電電流の増加中におけるバッテリーのV-I特性の第1の近似曲線式M1と、放電電流の減少中におけるバッテリーのV-I特性の第2の近似曲線式M2の2つの式が得られる。なお、図6中に記載の式は実データによって得られた具体的な近似曲線式の一例である。これらの2つの近似曲線式M1と近似曲線式M2との違いを以下分析する。

【0161】一方の近似曲線式M1の場合、放電開始時点での分極抵抗成分を基準にすると、放電が開始し電流が増加すると、分極抵抗成分は徐々に増加していく。その後、電流が最大値になったところで、分極抵抗成分がピークに達し、電流の減少に伴って分極が解消していくはずである。しかし、実際には、電流の減少に比例して分極抵抗成分は解消するのではなく反応が遅れて現れるため、近似曲線式M2の場合、増加方向と同じV-I特性を示さず、増加方向よりも大きな電圧降下を発生させることになり、電流の増加と減少時にそれぞれ対応する2つの近似曲線式M1及びM2が得られることになる。

【0162】上述したV-I特性の2つの近似曲線式M1及びM2で表される近似曲線を用いて、バッテリーの純抵抗Rを測定する方法を、図7乃至図9を参照して、以下具体的に説明する。

【0163】まず、図7に示すように、上記近似曲線式の一方M1で表される近似曲線上の実データの範囲内に任意の点Aを選択し、式M1の近似曲線の縦軸に対する切片C1から近似曲線上の点Aまでの電圧降下 $\Delta V_1$ を求める。この $\Delta V_1$ を点Aでの電流 $I_1$ で除算した値は、純抵抗Rに純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 $R_{pol1}$ を加算した合成抵抗である。すなわち、

$$R + R_{pol1} = \Delta V_1 / I_1$$

である。

【0164】同様に、図7に示すように、上記近似曲線式の他方M2で表される近似曲線上の実データの範囲内に任意の点Bを選択し、式M2の近似曲線の縦軸に対する切片C2から近似曲線上の点Bまでの電圧降下 $\Delta V_2$ を求める。この $\Delta V_2$ を点Bでの電流 $I_2$ で除算した値は、純抵抗Rに純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 $R_{pol2}$ を加算した合成抵抗である。すなわち、

$$R + R_{pol2} = \Delta V_2 / I_2$$

である。

【0165】上記2点A及びBの合成抵抗の値の差 $\Delta R$ は

$$\Delta R = R + R_{pol1} - (R + R_{pol2}) = R_{pol1} - R_{pol2}$$

となり、点A及びBにおける分極抵抗成分の差となる。これは、1回の放電中の純抵抗Rは変化しないことから明らかである。

【0166】なお、式M1で表される近似曲線上には、図8に示すように、式M2の近似曲線上に選択した任意の点Bにおける合成抵抗 $(R + R_{pol2})$ に等しい値 $(R + R_{pol1'})$ をもった点A'が存在する。また、式M2で表される近似曲線上にも、図8に示すように、式M1の近似曲線上に選択した任意の点Aにおける合成抵抗 $(R + R_{pol1})$ に等しい値 $(R + R_{pol2'})$ をもった点B'が存在する。すなわち、

$$R + R_{pol1'} = R + R_{pol2}$$

となる点A'が式M1で表される近似曲線上に存在し、

$$R + R_{pol1} = R + R_{pol2'}$$

となる点B'が式M2で表される近似曲線上に存在する。

【0167】要するに、点A'における電流及び電圧をそれぞれ $I_1'$ 及び $V_1'$ とし、点B'における電流及び電圧をそれぞれ $I_2'$ 及び $V_2'$ とすると、点A'の座標 $(I_1', V_1')$ と点Bの座標 $(I_2, V_2)$ の分極抵抗成分の値が互いに等しく、また点Aの座標 $(I_1, V_1)$ と点B'の座標 $(I_2', V_2')$ の分極抵抗成分の値も互いに等しいことがわかる。

【0168】まず、B点を基準とし、この点Bの合成抵抗の値 $(R + R_{pol2})$ と等しい値を持つ点A'の電流 $I_1'$ と電圧 $V_1'$ の算出の仕方を以下説明する。

【0169】今、式1で表される近似曲線の縦軸に対する切片C1からこの点A'までの電圧降下を $\Delta V_1'$ とすると、これは

$$\Delta V_1' = C_1 - (a_1 I_1'^2 + b_1 I_1' + C_1) = (R + R_{pol2}) I_1'$$

となり、この式を整理すると、

$$-(a_1 I_1' + b_1) = R + R_{pol2}$$

となり、点A'の電流 $I_1'$ は

$$I_1' = -(b_1 + R + R_{pol2}) / a_1$$

となる。なお、

$$R + R_{pol2} (= R + R_{pol1'}) = \Delta V_2 / I_2 (= \Delta V_1' / I_1')$$

であるので、

$$I_1' = -(b_1 + (\Delta V_2 / I_2)) / a_1$$

$$= -(b_1 + (\Delta V_1' / I_1')) / a_1$$

となる。また、点A'の電圧 $V_1'$ は、上記式から明らかのように、

$$V_1' = a_1 I_1'^2 + b_1 I_1' + C_1$$

であるので、点A'の座標 $(I_1', V_1')$ は既知の値から定められる。

【0170】同様に、A点を基準とし、この点Aの抵抗値 $(R + R_{pol1})$ と等しい値を持つ点B'の電流 $I_2'$ と電圧 $V_2'$ も、

$$I_2' = -(b_2 + (\Delta V_1 / I_1)) / a_2$$



$$= -[b2 + (\Delta V2' / I2')] / a2$$

$$V2' = a2 I2'^2 + b2 I2' + C2$$

により既知の値から算出できる。なお、 $\Delta V2'$  は、式2で表される近似曲線の縦軸に対する切片C2からこの点B'までの電圧降下である。

【0171】上述のようにして、点A'の座標( $I1'$ 、 $V1'$ )が定まったら、図8に示すように、点A'の座標( $I1'$ 、 $V1'$ )と点Bの座標( $I2$ 、 $V2$ )とを結ぶ直線L1の傾斜を求めることによって合成抵抗の値R1が求められる。この合成抵抗の値R1は、純抵抗と分極抵抗成分 $R_{pol2}$ とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差( $V1' - V2$ )を各点において流れる電流の差( $I1' - I2$ )によって除算することによって求められる。すなわち、 $R1 = (V1' - V2) / (I1' - I2)$ となる。

【0172】同様にして、点B'の座標( $I2'$ 、 $V2'$ )が定まったら、図9に示すように、点B'の座標( $I2'$ 、 $V2'$ )と点Aの座標( $I1$ 、 $V1$ )とを結ぶ直線L2の傾斜を求めることによって合成抵抗の値R2が求められる。この合成抵抗の値R2は、純抵抗と分極抵抗成分 $R_{pol1}$ とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差( $V1 - V2'$ )を各点において流れる電流の差( $I1 - I2'$ )によって除算することによって求められる。すなわち、 $R2 = (V1 - V2') / (I1 - I2')$ となる。

【0173】しかしながら、上述のようにして求められる合成抵抗の値R1及びR2は、純抵抗と分極抵抗成分とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差を各点において流れる電流の差によって除算して求めたもので、純抵抗とは一致しない。2点間の傾きを純抵抗と一致させるには、分極抵抗成分によって生じる電圧降下分を除いた電圧降下の差を電流差によって除算してやればよい。

【0174】先ず、点Bを基準にした場合について説明すると、今、合成抵抗の値R1を

$R1 = R1' + R_{pol2} = R1' + R_{pol1}'$   
とすると、抵抗 $R1'$ に点A'の電流 $I1'$ と点Bの電流 $I2$ との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 $R_{pol1}'$ (又は $R_{pol2}$ )に点A'の電流 $I1'$ と点Bの電流 $I2$ の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分だけ、点A'の電圧を持ち上げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R1' (I1' - I2) = [V1' + R_{pol1}' (I1' - I2)] - V2$$

【0175】この式を整理すると、

$$R1' (I1' - I2) = (V1' - V2) + R_{pol1}' (I1' - I2)$$

となる。ここで、 $R_{pol1}' = \Delta V1' / I1' - R1'$ であるので、

$$R1' (I1' - I2) = (V1' - V2) + (\Delta V1' / I1' - R1') \times (I1' - I2)$$

$$2R1' (I1' - I2) = (V1' - V2) + \Delta V1' / I1' (I1' - I2)$$

となり、結果として、

$$R1' = [(V1' - V2) + (\Delta V1' / I1')] \times (I1' - I2) / 2 (I1' - I2)$$

が求められる。なお、 $(\Delta V1' / I1')$ は $(\Delta V2 / I2)$ と置き換えることができる。

【0176】次に、点Aを基準にした場合にも同様にして

$$R2 = R2' + R_{pol1} = R2' + R_{pol2}'$$

とすると、この抵抗 $R2'$ に点Aの電流 $I1$ と点B'の電流 $I2'$ の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 $R_{pol2}'$ (又は $R_{pol1}$ )に点Aの電流 $I1$ と点B'の電流 $I2'$ との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分、点B'の電圧を引き下げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R2' (I1 - I2') = V1 - [V2' - R_{pol2}' (I1 - I2')]$$

【0177】この式を整理すると、

$$R2' (I1 - I2') = (V1 - V2') + R_{pol2}' (I1 - I2')$$

となる。ここで、 $R_{pol2}' = \Delta V2' / I2' - R2'$ であるので、

$$R2' (I1 - I2') = (V1 - V2') + (\Delta V2' / I2' - R2') (I1 - I2')$$

$$2R2' (I1 - I2') = (V1 - V2') + \Delta V2' / I2' (I1 - I2')$$

となり、結果として、

$$R2' = [(V1 - V2') + (\Delta V2' / I2')] \times (I1 - I2') / 2 (I1 - I2')$$

が求められる。なお、 $(\Delta V2' / I2')$ は $(\Delta V1 / I1)$ と置き換えることができる。

【0178】上述したように求められた2つの値 $R1'$ 及び $R2'$ は、2つの点A及びBを基準にし、異なる分極抵抗成分( $R_{pol1}' = R_{pol2}$ )と( $R_{pol1} = R_{pol2}'$ )を用い、しかも異なる切片C1からの電圧降下 $\Delta 1'$ ( $\Delta V1$ )と切片C2からの電圧降下 $\Delta 2'$ ( $\Delta V2$ )を用いて求めたものである。真の純抵抗 $R$ となり得ない。したがって、両者の加算平均 $R = (R1' + R2') / 2$

をとることによって、真の純抵抗 $R$ が求められる。

【0179】そこで、バッテリーの純抵抗を求める方法を図7乃至図9を参照して先ず説明する。車両の負荷に電力を供給するため車両に搭載された、例えばスタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流



を必要とする負荷が動作されると、バッテリーによって、負荷への最大供給電力値に相当する所定の大電流値による定負荷放電が行われる。このときのバッテリーの端子電圧と放電電流とを、例えば1msの周期にてサンプリングすることで、周期的に測定することによって、バッテリーの端子電圧と放電電流との組が多数得られる。

【0180】このようにして得られたバッテリーの端子電圧と放電電流との組の最新のものを、所定時間分、例えばRAMなどの書換可能な記憶手段としてのメモリに格納、記憶して収集する。メモリに格納、記憶して収集した端子電圧と放電電流との組を用いて、最小二乗法により、放電電流の増加中におけるバッテリーの端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性である、例えば $V_1(I) = a_1 I^2 + b_1 I + C_1$ なる2次式で表される第1の近似曲線式M1と、減少する放電電流に対する電圧-電流特性の例えば $V_2(I) = a_2 I^2 + b_2 I + C_2$ なる2次式で表される第2の近似曲線式M2とを求める。

【0181】次に、第1の近似曲線式M1によって表される電圧-電流特性曲線上に第1の点Aを定めると共に、第2の近似曲線式M2によって表される電圧-電流特性曲線上に第2の点Bを定める。このとき、第1の近似曲線式M1によって表される電圧-電流特性曲線上に定められる第1の点Aと、第2の近似曲線式M2によって表される電圧-電流特性曲線上に定められる第2の点Bとは、各近似曲線式を求める際に使用された端子電圧と放電電流の実データの存在する範囲内に好ましく定められる。このように定めることによって、その後、各点に対応する想定点を想定する際に、想定点が大きく外れた位置に想定されることがなくなる。また、好ましくは、第1の点Aと第2の点Bは、分極抵抗成分が最大となる点の両側に定められるのがよい。このように定めることによって、最大点の両側に想定点が定められるようになるようになり、その後、純抵抗を求める際の精度が高まるようになる。

【0182】そして、第2の点Bに対応する第2の放電電流 $I_2$ が流れたとき第2の電圧降下 $\Delta V_2$ を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第2の分極抵抗成分 $R_{p012}$ からなる第2の合成抵抗 $R_2$ と同一の抵抗値を有する第1の想定点 $A'$ を、第1の近似曲線式M1上に想定すると共に、第1の点Aに対応する第1の放電電流 $I_1$ が流れたとき第1の電圧降下 $\Delta V_1$ を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第1の分極抵抗成分 $R_{p011}$ からなる第1の合成抵抗 $R_1$ と同一の抵抗値を有する第2の想定点 $B'$ を、第2の近似曲線式M2上に想定する。

【0183】2つの想定点 $A'$ 及び $B'$ が想定できたら、第2の点Bと第1の想定点 $A'$ とを結ぶ直線L1の第1の傾斜 $R_1$ を、第2の放電電流 $I_2$ と第1の想定点 $A'$ での放電電流 $I_1'$ とによってそれぞれ生じる、第2の分極抵抗成分 $R_{p012}$ による電圧降下の差分 $R_p$

$o12(I_1' - I_2)$ により補正した上で、第2の分極抵抗成分 $R_{p012}$ による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜 $R_1'$ を求めると共に、前記第1の点と前記第2の想定点 $B'$ とを結ぶ直線L2の第2の傾斜 $R_2$ を、第1の放電電流 $I_1$ と第2の想定点 $B'$ での放電電流 $I_2'$ とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分 $R_{p011}$ による電圧降下の差分 $R_{p011}(I_1 - I_2')$ により補正した上で、第1の分極抵抗成分 $R_{p011}$ による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜 $R_2'$ を求める。

【0184】このようにして求めた第1の補正傾斜 $R_1'$ と第2の補正傾斜 $R_2'$ とを加算平均することで、これら第1の補正傾斜 $R_1'$ と第2の補正傾斜 $R_2'$ との平均傾斜を、バッテリーの純抵抗 $R$ として求める。

【0185】上述したようなことを可能にしてバッテリーの純抵抗を求める方法を実施する装置は、以下に説明する、本発明の一実施形態に係るバッテリー容量演算装置に包含されている。

【0186】図10は本発明のバッテリーの端子電圧推定方法、バッテリーの開回路電圧演算方法、及び、バッテリー容量演算方法を適用した本発明の一実施形態に係るバッテリー容量演算装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図であり、図10中引用符号1で示す本実施形態のバッテリー容量演算装置は、エンジン3に加えてモータジェネレータ5（最大電力消費負荷に相当。）を有するハイブリッド車両に搭載されている。

【0187】そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン3の出力のみをドライブシャフト7からディファレンシャルケース9を介して車輪11に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー13からの電力によりモータジェネレータ5をモータとして機能させて、エンジン3の出力に加えてモータジェネレータ5の出力をドライブシャフト7から車輪11に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

【0188】また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ5をジェネレータ（発電機）として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換してバッテリー13を充電させるように構成されている。

【0189】尚、モータジェネレータ5はさらに、不図示のスタータスイッチのオンに伴うエンジン3の始動時に、エンジン3のフライホイールを強制的に回転させるセルモータとして用いられるが、その場合にモータジェネレータ5は、このハイブリッド車両に搭載された他の電動負荷が同時に複数動作している状態よりも多くの電力を単独で消費する。

【0190】ちなみに、本実施形態のハイブリッド車両においては、不図示のキーシリンダに差し込んだキー（図示せず。）を1段階目までひねると、それまでオフ状態であった不図示のアクセサリスイッチがオンとなっ

て、エアコン、オーディオ機器、パワーウィンド、ヘッドライト、並びに、ルームランプ（いずれも図示せず。）等の電装品がそれらのスイッチ（図示せず。）のオン操作により作動可能な状態となる。

【0191】また、キーシリンダに差し込んだキーを2段階目までひねると、アクセサリスイッチはオン状態のまま、それまでオフ状態であった不図示のイグニッションスイッチがオンとなって、メータ及びインジケータといった計器類が作動する。

【0192】さらに、キーシリンダに差し込んだキーを3段階目までひねると、アクセサリスイッチ及びイグニッションスイッチはオン状態のまま、それまでオフ状態であった前記スタータスイッチがオンとなる。

【0193】尚、3段階目までひねったキーから手を離すと、キーが自動的に2段階目まで戻ってスタータスイッチがオフとなるが、2段階目では逆向きにひねらない限りキーがその位置で止まってアクセサリスイッチ及びイグニッションスイッチはオン状態のままとなり、同様に、1段階目でも逆向きにひねらない限りキーがその位置で止まってアクセサリスイッチはオン状態のままとなる。

【0194】そして、本実施形態のハイブリッド車両においては、イグニッションスイッチのオン状態で計器類にバッテリー13から流れる放電電流や、アクセサリスイッチのオン状態において、モータジェネレータ5以外の電装品（負荷）のスイッチオンによりそれらにバッテリー13から流れる放電電流は、最大でも35A（アンペア）に満たない。

【0195】逆に、アクセサリスイッチがオンされ、その上でスタータスイッチがオンされて、エンジン3を始動させるためにモータジェネレータ5をセルモータとして作動させる際には、例えば他の電装品が何も作動してなくても、およそ250A（アンペア）に達する放電電流がバッテリー9から瞬時的に流れる。

【0196】したがって、本実施形態のバッテリー容量演算装置1においては、バッテリー13の放電電流が目標電流値＝35A（下限）から最大電流値＝250A（上限）までの間にあるかどうか、モータジェネレータ5をセルモータとして作動させるための定負荷放電が行われていることを見分けるための目安となる。

【0197】話を構成の説明に戻して、本実施形態のバッテリー容量演算装置1は、上述したバッテリー13の充電状態を演算するもので、アシスト走行用のモータやセルモータとして機能するモータジェネレータ5等、電装品に対するバッテリー13の放電電流Iや、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ5からのバッテリー13に対する充電電流を検出する電流センサ15と、バッテリー13に並列接続した無限大抵抗を有し、バッテリー13の端子電圧Vを検出する電圧センサ17と、エンジン3が配置されたエンジンルーム（図示せず）の温度hを検

出する温度センサ19（温度検出手段に相当）とを備えている。

【0198】尚、上述した電流センサ15及び電圧センサ17は、イグニッションスイッチのオン状態によって閉回路状態となる回路上に配置されている。

【0199】また、本実施形態のバッテリー容量演算装置1は、上述した電流センサ15、電圧センサ17、及び、温度センサ19の出力がインタフェース回路（以下、「I/F」と略記する。）21におけるA/D変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。）23と、このマイコン23に接続された不揮発性メモリ（以下、「NVM」と略記する。）25、27とをさらに備えている。

【0200】そして、前記マイコン23は、CPU23a、RAM23b、及び、ROM23cを有しており、このうち、CPU23aには、RAM23b及びROM23cの他、前記I/F21及びNVM25、27が各々接続されており、また、上述した不図示のイグニッションスイッチのオンオフ状態を示す信号が入力される。

【0201】前記RAM23bは、各種データ記憶用のデータエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記ROM23cには、CPU23aに各種処理動作を行わせるための制御プログラムと、前記NVM25にバッテリー13の開回路電圧OCVが格納、記憶された時点のバッテリー13自体又は周辺の温度 $h_1$ と、後述する処理によって推定される、定負荷放電状態における推定上の端子電圧Vである推定電圧 $V_n$ の推定時点におけるバッテリー13自体又は周辺の温度 $h_2$ とに応じて、前記NVM27に格納、記憶されている残存電圧降下値 $e_0$ を補正するための補正データとが格納されている。

【0202】尚、マイコン23のROM23cに格納されている残存電圧降下値 $e_0$ の補正データは、図11に示すグラフのように、温度0°Cの時の補正係数を「1」とした場合の、温度0°C～温度55°Cの各温度における補正係数を表した、いわば、温度対補正係数のテーブルのようなものである。

【0203】そして、前記マイコン23は、不図示のイグニッションスイッチのオフ状態では、バッテリー13から供給される暗電流により必要最小限の処理のみを行うスリープモードとなり、イグニッションスイッチのオンによりウェイクアップして通常のアクティブモードとなる。

【0204】前記NVM25には、充電容量の変化に応じて変化する前記バッテリー13の平衡状態、即ち、充放電時の分極による電圧上昇や電圧降下が完全に解消して残っていない状態における端子電圧Vが、バッテリー13の開回路電圧OCVとして格納、記憶されると共に、その開回路電圧OCVが格納、記憶された時点で温度センサ19が検出したエンジンルームの温度が、バッテリー1

3 自体又は周辺の温度として格納、記憶される。

【0205】尚、ハイブリッド車両が製造された当初の時点では、実装時に別途計測されたバッテリー13の端子電圧Vが、開回路電圧OCVとしてNVM25に予め格納、記憶されている。

【0206】前記NVM27（残存電圧降下値記憶手段に相当。）には、不図示のイグニッションスイッチのオンに伴って、モータジェネレータ5によりエンジン3を始動させるためにバッテリー13が瞬時的に定負荷放電を行った際に、その定負荷放電中に電流センサ15や電圧センサ17により検出されたバッテリー13の端子電圧Vと放電電流Iとの相関を基にして、後述する処理によって推定される、定負荷放電状態における推定上の端子電圧Vである推定電圧Vnを、NVM25に格納、記憶されているバッテリー13の開回路電圧OCVから差し引いた、バッテリー13の放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値 $e_0$ が、格納、記憶されると共に、その残存電圧降下値 $e_0$ が格納、記憶された時点で温度センサ19が検出したエンジンルームの温度が、バッテリー13自体又は周辺の温度 $h_1$ として格納、記憶されている。

【0207】尚、上述した電流センサ15、電圧センサ17、及び、温度センサ19の出力は、不図示のイグニッションスイッチのオン中において、I/F21を介して常時マイコン23のCPU23aに取り込まれる。このうち、電流センサ15及び電圧センサ17の出力である電流値及び電圧値は、短い周期で高速にサンプリングされてI/F21を介して常時マイコン23のCPU23aに取り込まれ、取り込まれた電流値及び電圧値は前記RAM23bのデータエリア（記憶手段23bAに相当。）に所定期間前のものから最新のもののまでの分、格納、記憶される。この記憶された実データは、バッテリー13の電圧－電流特性の2次の近似曲線式を求めるために利用される。

【0208】次に、前記ROM23cに格納された制御プログラムに従いCPU23aが行う処理を、図12乃至図15のフローチャートを参照して説明する。

【0209】バッテリー13からの給電を受けてマイコン23が起動しプログラムがスタートすると、CPU23aは、まず、図12にメインルーチンのフローチャートで示すように、マイコン23の動作モードをスリープモードとすると共に、RAM23bのワークエリアに設けられたフラグエリアのフラグのリセットやタイマエリアの格納値をクリアする等の初期設定を行い（ステップS1）、次に、内部のウェイクアップタイマにおける計測時間 $t$ がウェイクアップ周期時間T1に達したか否かを確認する（ステップS2）。

【0210】計測時間 $t$ がウェイクアップ周期時間T1に達していない場合は（ステップS2でN）、後述するステップS7に進み、達した場合は（ステップS2で

Y）、マイコン23の動作モードをアクティブモードに移行させた後（ステップS3）、開回路電圧更新処理（ステップS4）を行う。

【0211】このステップS4の開回路電圧更新処理においては、図13にサブルーチンのフローチャートで示すように、RAM23bのスリープ移行時刻エリアに格納された時刻と、内部のタイムカウンタにおいて計時されている現在時刻との差値で示される連続非通電時間Tが、最大分極発生状態からの分極解消に必要な所定時間Thを超えているか否かを確認する（ステップS4a）。

【0212】ここで、連続非通電時間Tが所定時間Thを超えていない場合は（ステップS4aでN）、開回路電圧更新処理を終了して図12のメインルーチンにリターンし、超えた場合は（ステップS4aでY）、電圧センサ17の検出したバッテリー13の端子電圧VのA/D変換値をI/F21から取得する（ステップS4b）。

【0213】続いて、NVM25に格納、記憶されているバッテリー13の開回路電圧OCVを、ステップS4bで取得したバッテリー13の端子電圧VのA/D変換値に更新し（ステップS4c）、RAM23bの平衡状態フラグエリアのフラグF1を「1」に設定した後（ステップS4d）、開回路電圧更新処理を終了して図12のメインルーチンにリターンする。

【0214】そして、ステップS4の開回路電圧更新処理が済んだならば、内部のウェイクアップタイマにおける計測時間 $t$ をリセットし（ステップS5）、マイコン23の動作モードをスリープモードに戻した後（ステップS6）、ステップS2にリターンする。

【0215】一方、ステップS2において計測時間 $t$ がウェイクアップ周期時間T1に達していない場合（N）に進むステップS7では、図12に示すように、不図示のイグニッションスイッチがオンになるか、或は、不図示のアクセサリスイッチのオン状態における不図示の電装品のスイッチオンにより発生するスイッチオン信号の入力を待ち受ける。

【0216】そして、スイッチオン信号の入力がない場合は（ステップS7でN）、ステップS2にリターンし、スイッチオン信号の入力があった場合は（ステップS7でY）、マイコン23の動作モードをアクティブモードに移行させた後（ステップS8）、不図示のスタータスイッチがオンされたか否かを確認する（ステップS9）。

【0217】スタータスイッチがオンされていない場合は（ステップS9でN）、後述するステップS13に進み、オンされた場合は（ステップS9でY）、不図示のスタータスイッチがオンされた後の、放電電流Iが増加しピーク値に達してから減少しゼロに戻るまでの間の、電流センサ15の検出したバッテリー13の放電電流IのA/D変換値と、電圧センサ17の検出したバッテリー1

3の端子電圧VのA/D変換値とを、対にしてI/F21を介して収集し、収集した実データをRAM23bのデータエリアに格納、記憶する実データ収集処理を行い（ステップS10）、その後、純抵抗特性演算処理を行う（ステップS11）。

【0218】このステップS11の純抵抗特性演算処理においては、図14にサブルーチンのフローチャートで示すように、ステップS10において収集された放電電流Iと端子電圧Vとの最新の所定時間分の実データを分析し、最小二乗法を適用して、電圧-電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものであるかどうかを、バッテリー13から所定の大電流値による定負荷放電が行われているかどうかによって分析する、分析処理を行う（ステップS11a）。

【0219】次に、ステップS11aにおける分析の結果、電圧-電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものが収集されているか否かを確認し（ステップS11b）、適当なものが収集されていない場合（N）は、純抵抗特性演算処理を終了して図12のメインルーチンにリターンし、適当なものが収集されている場合（Y）は、放電電流の増加中におけるバッテリー13の電圧-電流特性の、例えば $V1(I) = a1I^2 + b1I + C1$ なる2次式で表される第1の近似曲線式M1と、放電電流の減少中におけるバッテリー13の電圧-電流特性の、例えば $V2(I) = a2I^2 + b2I + C2$ なる2次式で表される第2の近似曲線式M2とを求める近似曲線式算出処理を実行する（ステップS11c）。

【0220】ステップS11cの近似曲線式算出処理によって、2つの近似曲線式M1及びM2が求まった後、次に、バッテリー13の純抵抗を求めるための演算処理を実行する（ステップS11d）。ステップS11dにおける演算処理では、近似曲線式M2によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流が流れたとき電圧降下を生じさせる、バッテリー13の純抵抗と第1の分極抵抗成分からなる合成抵抗と同一の抵抗値を有する第1の想定点を、第1の近似曲線式M1によって表される電圧-電流特性曲線上に想定する。また、第1の近似曲線式M1によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流が流れたとき電圧降下を生じさせるバッテリーの純抵抗と第2の分極抵抗成分からなる合成抵抗と同一の抵抗値を有する第2の想定点を、第2の近似曲線式M2によって表される電圧-電流特性曲線上に想定する。

【0221】ステップS11dにおける演算処理では、また、近似曲線式M2によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた点と第1の想定点とを結ぶ直線の第1の傾斜を、第2の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第2の分極抵抗成分による電圧降下の差分により補正した上で、第

2の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜を求める。

【0222】ステップS11dにおける演算処理では、さらに、近似曲線式M1によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた点と第2の想定点とを結ぶ直線の第2の傾斜を、第1の近似曲線式によって表される電圧-電流特性曲線上に定めた点に対応する放電電流と第2の想定点での放電電流とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分による電圧降下の差分により補正した上で、第1の分極抵抗成分による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜を求める。そして、ステップS11dにおいて求めた第1の補正傾斜と第2の補正傾斜とを加算平均することで、これら2つの補正傾斜の平均傾斜をバッテリー13の純抵抗として求め、この求めた純抵抗は種々の目的で使用するため、RAM23bのデータエリアに格納されて記憶される（ステップS11e）。

【0223】ステップS11dの演算処理が終了したら、ここで求められたバッテリー13の純抵抗の値に、ステップS10において収集された最新の所定時間分の実データにおける放電電流Iを乗じて、この放電電流Iのサンプル数と同数の、純抵抗によるバッテリー13の放電中における端子電圧Vを求め（ステップS11f）、求めた複数の端子電圧VとステップS10において収集された複数の放電電流Iとの対に、最小二乗法を適用して、純抵抗によるバッテリー13の分極の影響を含まない直線的な電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ を割り出した後（ステップS11g）、純抵抗特性演算処理を終了して図12のメインルーチンにリターンする。

【0224】ステップS11の純抵抗特性演算処理が済んだならば、次に、図12に示すように、充電状態演算処理を行う（ステップS12）。

【0225】このステップS12の充電状態演算処理では、図15にサブルーチンのフローチャートで示すように、ステップS10において収集された実データのうち、250A（アンペア）のピーク値から35A（アンペア）まで減少する間の実データについて、そのデータの相関性を確認するための相関係数rを算出してその値が $-0.9 \leq r \leq -1.0$ の許容範囲内にあるか否かを確認する（ステップS12a）。

【0226】相関係数rが許容範囲内になく相関がOKでない場合は（ステップS12aでN）、充電状態演算処理を終了して図12のメインルーチンにリターンし、相関係数rが許容範囲内にあって相関がOKである場合は（ステップS12aでY）、ステップS10において収集された実データに最小二乗法を適用して、直線的な電圧-電流特性式 $V = aI + b$ を割り出す（ステップS12b）。

【0227】次に、ステップS11の純抵抗特性演算処理において割り出した、純抵抗によるバッテリー13の分極の影響を含まない直線的な電圧-電流特性式 $V_R = a$

$R I_R + b_R$  上の、最大電流値=250Aよりも低く目標電流値=35Aよりも高い、モータジェネレータ5をセルモータとして作動させる際に必ず流れる電流値 ( $I_1$ ) とそのときの電圧値 ( $V_1$ ) とからなる座標値 ( $V_1, I_1$ ) を通るように、ステップS12bで割り出した電圧-電流特性式  $V = a I + b$  を電圧軸方向にシフトさせた、シフト後電圧-電流特性式  $V' = a I + b'$  を求める (ステップS12c)。

【0228】続いて、定電流放電における推定電圧  $V_n$  がバッテリー13の容量に対して直線的な特性を示すようになる仮想電流値  $I_s = -10A$  (アンペア) を、ステップS12cで求めたシフト後電圧-電流特性式  $V' = a I + b'$  に代入して、推定電圧  $V_n$  を推定する (ステップS12d)。

【0229】これと共に、温度センサ19の検出した不図示のエンジンルームの温度  $h$  のA/D変換値を、推定電圧  $V_n$  の推定時点におけるバッテリー13自体又は周辺の温度  $h_2$  として  $I/F21$  から取得した後 (ステップS12e)、平衡状態フラグエリアのフラグF1が「0」であるか否かを確認する (ステップS12f)。  
【0230】平衡状態フラグF1が「0」である場合は (ステップS12fでY)、後述するステップS12mに進み、「0」でない場合は (ステップS12fでN)、NVM25に格納、記憶されている開回路電圧OCVからステップS12dで推定した推定電圧  $V_n$  を差し引いて残存電圧降下値  $e_0$  を求めると共に (ステップS12g)、温度センサ19の検出した不図示のエンジンルームの温度  $h$  のA/D変換値を、残存電圧降下値  $e_0$  の更新時点におけるバッテリー13自体又は周辺の温度  $h_1$  として  $I/F21$  から取得する (ステップS12

h)。

【0231】続いて、NVM27に格納、記憶されている残存電圧降下値  $e_0$  と、その残存電圧降下値  $e_0$  が格納、記憶された時点のバッテリー13自体又は周辺の温度  $h_1$  を、ステップS12gで求めた残存電圧降下値  $e_0$  やステップS12hで取得したエンジンルームの温度  $h$  のA/D変換値に更新し (ステップS12j)、更新されたNVM27の残存電圧降下値  $e_0$  に、ステップS12dで推定した推定電圧  $V_n$  を加算して、補正後推定電圧  $V_n'$  を求めた後 (ステップS12k)、後述するステップS12pに進む。

【0232】また、ステップS12fにおいて平衡状態フラグエリアのフラグF1が「0」である場合 (Y) に進むステップS12mでは、ステップS12dで取得した推定電圧  $V_n$  の推定時点におけるバッテリー13自体又は周辺の温度  $h_2$  と、NVM27に格納、記憶されている残存電圧降下値  $e_0$  の更新時点のバッテリー13自体又は周辺の温度  $h_1$  とに基づいて、ROM23cに格納されている補正データの係数によって、NVM27に格納、記憶されている残存電圧降下値  $e_0$  を補正して補正後残存電圧降下値  $e_0'$  を求め、続いて、この補正後残存電圧降下値  $e_0'$  をステップS12dで取得した推定電圧  $V_n$  に加算して補正後推定電圧  $V_n'$  を求めた後 (ステップS12n)、ステップS12pに進む。

【0233】ステップS12kやステップS12nにおいて補正後推定電圧  $V_n'$  を求めた後に各々進むステップS12pでは、ステップS12kやステップS12nにおいて求めた補正後推定電圧  $V_n'$  を、電圧比による算出式、

$$SOC = \{ (V_n' - V_e) / (V_s - V_e) \} \times 100 (\%)$$

又は、電力比による算出式、

$$\begin{aligned} SOC &= \{ \{ (V_n' + V_e) / 2 \} \\ &\quad \times \{ (V_n' - V_e) / (V_s - V_e) \} \times Ah \} \\ &\quad / \{ \{ (V_s + V_e) / 2 \} \times Ah \} \times 100 (\%) \\ &= \{ (V_n'^2 - V_e^2) / (V_s^2 - V_e^2) \} \times 100 (\%) \end{aligned}$$

(但し、 $V_s$ は満充電時の開回路電圧、 $V_e$ は放電終止時の開回路電圧)のいずれかの式に代入して、バッテリー13の充電状態SOCを求める。

【0234】続いて、平衡状態フラグエリアのフラグF1が「0」であるか否かを確認し (ステップS12r)、「0」である場合は (ステップS12rでY)、充電状態演算処理を終了して図12のメインルーチンにリターンし、「0」でない場合は (ステップS12rでN)、平衡状態フラグF1を「0」に設定した後 (ステップS12s)、充電状態演算処理を終了して図12のメインルーチンにリターンし、ステップS13に進む。

【0235】ステップS9においてスタータスイッチがオンされていない場合 (N) と、ステップS12の充電状態演算処理が済んだ後に各々進むステップS13で

は、図12に示すように、スイッチオン信号の入力が継続しているか否かを確認し (ステップS13)、入力が継続している場合は (ステップS13でY)、ステップS9にリターンし、入力がなくなった場合は (ステップS13でN)、RAM23bの通電終了時刻エリアに、内部のタイムカウンタにおいて計時されている現在時刻を格納すると共に、内部のウェイクアップタイマにおける計測時間  $t$  をリセットし (ステップS14)、マイコン23の動作モードをスリープモードとした後 (ステップS15)、バッテリー13からの給電が断たれたか否かを確認する (ステップS16)。

【0236】バッテリー13からの給電が断たれていない場合は (ステップS16でN)、ステップS2にリターンし、断たれた場合は (ステップS16でY)、終了処

理を行った後(ステップS17)、一連の処理を終了する。

【0237】以上の説明からも明らかなように、本実施形態のバッテリー容量演算装置1では、図15のフローチャートにおけるステップS12bが、請求項中の分極影響特性割出手段23Aに対応する処理となっており、図15中のステップS12cが、請求項中のシフト後分極影響特性割出手段23Bに対応する処理となっており、図15中のステップS12dが、請求項中の推定電圧推定手段23Cに対応する処理となっている。

【0238】また、本実施形態のバッテリー容量演算装置1では、図13のフローチャートにおけるステップS4aが、請求項中の平衡状態判別手段23Eに対応する処理となっており、図12のフローチャートにおけるステップS11が、請求項中の純抵抗特性割出手段23Dに対応する処理となっており、図12中のステップS11及び図15中のステップS12fが、請求項中の平衡状態純抵抗特性割出手段23Hに対応する処理となっている。

【0239】さらに、本実施形態のバッテリー容量演算装置1では、図15中のステップS11f及びステップS11gが、請求項中の電圧降下値算出手段23Fに対応する処理となっており、図15中のステップS11jが、請求項中の電圧降下値更新手段23Gに対応する処理となっている。

【0240】また、本実施形態のバッテリー容量演算装置1では、図15中のステップS11mが、請求項中の補正手段23Jに対応する処理となっており、電圧センサ17と、図13中のステップS4bとにより、請求項中の平衡状態端子電圧測定手段Aが構成されている。

【0241】次に、上述のように構成された本実施形態のバッテリー容量演算装置1の動作(作用)について説明する。

【0242】まず、ハイブリッド車両のモータジェネレータ5以外の電装品(負荷)が作動したり、モータジェネレータ5がモータとして機能するように作動している状態、或は、モータジェネレータ5がジェネレータとして機能するように作動している状態では、NVM25に格納、記憶されている開回路電圧OCVの更新や、NVM27に格納、記憶されている残存電圧降下値 $e_0$ と、その残存電圧降下値 $e_0$ がNVM27に格納、記憶された時点のバッテリー13自体又は周辺の温度 $h_1$ の更新は、いずれも行われず、また、推定電圧 $V_n$ の推定とこれを用いた充電状態SOCの演算、更新も行われない。

【0243】次に、スタータスイッチのオンに伴って、ハイブリッド車両のモータジェネレータ5がセルモータとして機能するように作動し、これに伴いバッテリー13が250A(アンペア)を超える所定の大電流値による

定負荷放電を行うと、その放電におけるバッテリー13の放電電流Iが対となって周期的に収集され、収集された放電電流Iと端子電圧Vとの最新の所定時間分の実データが分析され、最小二乗法を適用して、電圧-電流特性の2次の近似曲線式を求めるのに適当なものであるかどうか判定される。

【0244】そして、分析の結果適当なものであると判定されると、収集された最新の所定時間分の実データから、放電電流の増加中におけるバッテリー13の電圧-電流特性の、例えば $V1(I) = a1I^2 + b1I + C1$ なる2次式で表される第1の近似曲線式M1と、放電電流の減少中におけるバッテリー13の電圧-電流特性の、例えば $V2(I) = a2I^2 + b2I + C2$ なる2次式で表される第2の近似曲線式M2とが求められる。

【0245】さらに、これら第1の近似曲線式M1及び第2の近似曲線式M2と、第2の近似曲線式M2に依じた第1の想定点及び第1の近似曲線式M1に依じた第2の想定点から、第1の補正傾斜及び第2の補正傾斜が各々求められて、これら第1の補正傾斜及び第2の補正傾斜の加算平均からバッテリー13の純抵抗が求められ、この純抵抗と、先に収集された所定の大電流値による定負荷放電中に周期的に放電電流Iを用いて、図16のグラフで示すような、バッテリー13の純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない直線的な電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ が求められる。

【0246】また、スタータスイッチのオンに伴って、ハイブリッド車両のモータジェネレータ5がセルモータとして機能するように作動し、これに伴いバッテリー13が250A(アンペア)を超える所定の大電流値による定負荷放電を行うと、その放電におけるバッテリー13の放電電流Iが35A(アンペア)という目標電流値に低下するまでの間、電流センサ15及び電圧センサ17により検出されたバッテリー13の放電電流I及び端子電圧Vが、対となって周期的に収集され、一定の相関関係を満たすものであった場合には、これらに最小二乗法を適用して、図17のグラフで示すような、分極の影響を含むバッテリー13の直線的な電圧-電流特性式 $V = aI + b$ が割り出される。

【0247】そして、図18のグラフで示すように、分極の影響を含まないバッテリー13の純抵抗成分のみに依存した電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ 上の、最大電流値よりも低く目標電流値よりも高い、モータジェネレータ5をセルモータとして作動させる際に必ず流れる電流値とそのときの電圧値とからなる座標値( $V_1, I_1$ )を通るように、分極の影響を含むバッテリー13の電圧-電流特性式 $V = aI + b$ を電圧軸方向にシフトさせることで、シフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ が求められる。

【0248】このシフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ は、図18のグラフ上で見れば、放電電流Iの増

加中においてバッテリー13の純抵抗による電圧降下のみの影響を受けて $V_1$ に下がった端子電圧 $V$ が、電流値 $I_1$ まで達して放電電流 $I$ が増加から減少に転じた後に、純抵抗による電圧降下の影響に加えて分極による電圧降下の影響を含んで、放電電流 $I$ の減少に伴い増加して行く様を表していることになる。

【0249】よって、放電電流値や放電時間の相違によって発生量が異なる、放電電流 $I$ の増加中における端子電圧 $V$ の電圧降下の成分は、シフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ には含まれていないことになる。

【0250】しかも、上述した図18の分極の影響を含まないバッテリー13の電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ は、バッテリー13の分極による電圧降下成分だけでなく、純抵抗による電圧降下成分をも全く含んでおらず、この電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ 上の電流 $=0$ の時の電圧値は取りも直さずバッテリー13の開回路電圧OCVと言うことになることから、この分極の影響を含まない電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ はまさに、平衡状態にあったバッテリー13が所定の大電流値による定負荷放電を行った際の、分極による電圧降下の影響を全く排除した電圧-電流特性と言うことになる。

【0251】したがって、分極の影響を含んだ電圧-電流特性式 $V = aI + b$ を、分極の影響を含まない電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ 上の座標値( $V_1, I_1$ )において交わるように電圧軸方向にシフトさせたシフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ は、平衡状態にあったバッテリー13が所定の大電流値による定負荷放電を行った際の、放電電流 $I$ の減少中における電圧-電流特性と言うことになる。

【0252】よって、このシフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ の基となる、分極の影響を含んだ電圧-電流特性式 $V = aI + b$ や、分極の影響を含まない電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ を求めるのに用いた、バッテリー13の放電電流 $I$ 及び端子電圧 $V$ が、平衡状態にあったバッテリー13からの放電時のものであるか否かに関係なく、求められるシフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ は、常に同じ内容になることになる。

【0253】そして、放電電流値や放電時間による放電電流 $I$ の増加中における端子電圧 $V$ の電圧降下の相違の影響を含まず、かつ、放電開始前のバッテリー13が平衡状態にあったか否かに拘わらず内容が変わらない、シフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ が、上述のようにして求められると、これに、定電流放電における推定電圧 $V_n$ がバッテリー13の容量に対して直線的な特性を示すようになる仮想電流値 $I_s = -10A$ (アンペア)を代入することで、推定電圧 $V_n$ が推定される。

【0254】そして、NVM27に格納、記憶されている残存電圧降下値 $e_0$ が、NVM27に格納、記憶されているその残存電圧降下値 $e_0$ が最新値に更新された時

点のバッテリー13自体又は周辺の温度 $h_1$ と、推定電圧 $V_n$ の推定時点におけるバッテリー13自体又は周辺の温度 $h_2$ とに基づいて、温度補償のために補正され、この補正された補正後残存電圧降下値 $e_0'$ を、先に推定された推定電圧 $V_n$ に加算することで、補正後推定電圧 $V_n'$ が求められ、この補正後推定電圧 $V_n'$ を、電圧比又は電力比のいずれかの算出式に代入することで、バッテリー13の充電状態SOCが演算されて、その結果が、表示や容量管理のデータとして提供される。

【0255】この場合、推定電圧 $V_n$ を推定するのに用いるバッテリー13のシフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ を求めるために、対となって周期的に収集される、バッテリー13の放電電流 $I$ 及び端子電圧 $V$ は、250A(アンペア)という、ハイブリッド車両における最大の負荷であるセルモータとして機能させるモータジェネレータ5に対する放電の際に収集されたものであり、しかも、他の負荷に複数同時にバッテリー13の電力が供給されていても到達しない35A(アンペア)を超える放電電流 $I$ が流れている状態で収集されたものである。

【0256】このため、モータジェネレータ5以外の負荷にバッテリー13の電力が同時に供給されていて、それによる放電側分極による電圧降下が既に生じていても、モータジェネレータ5に対する放電の終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量として求められた残存電圧降下値 $e_0$ を、推定した推定電圧 $V_n$ に加算することで、バッテリー13の開回路電圧OCVを正確に演算し、ひいては、充電状態SOCを正確に演算することができる。

【0257】そして、本実施形態のバッテリー容量演算装置1では、上述したように、所定の大電流値による定負荷放電の放電電流 $I$ が減少する間の放電電流 $I$ 及び端子電圧 $V$ の対から求めたバッテリー13の、放電電流 $I$ の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性式 $V = aI + b$ を、分極の影響を含まないバッテリー13の純抵抗成分のみに依存した電圧-電流特性式 $V_R = a_R I_R + b_R$ 上の座標値( $V_1, I_1$ )を通るように、電圧軸方向にシフトさせてシフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ を求め、このシフト後電圧-電流特性式 $V' = aI + b'$ に仮想電流値 $I_s = -10A$ (アンペア)を代入して、推定電圧 $V_n$ を推定する構成としている。

【0258】そのため、放電前のバッテリー13が平衡状態にあったか否かを問わず、かつ、どのような放電電流値や放電時間によってバッテリー13が放電したかを問わず、推定電圧 $V_n$ を正確に推定し、また、単一の残存電圧降下値 $e_0$ を推定した推定電圧 $V_n$ に加算することで、バッテリー13の開回路電圧OCVを正確に演算し、ひいては、充電状態SOCを常に正確に演算することができる。

【0259】また、本実施形態のバッテリー容量演算装置1では、スタータスイッチのオンに伴って、バッテリー1

3が250A(アンペア)を超える定負荷放電を行った場合、その放電開始前の段階で、最大分極発生状態からの分極解消に必要な所定時間 $T_h$ を超えて、バッテリー13が充放電を行っていない場合には、前回にバッテリー13が充放電を行った際に発生した分極による電圧変動(電圧上昇又は電圧降下)が完全に解消し尽くして平衡状態に至っているものとして、NVM25に格納、記憶されているバッテリー13の開回路電圧OCVが、この定負荷放電の開始前の時点において検出されたバッテリー13の端子電圧 $V$ に更新される。

【0260】そして、開回路電圧OCVを最新の値に更新した直後に行われる、平衡状態にあるバッテリー13の所定の大電流値による定負荷放電時に、NVM27に格納、記憶されているバッテリー13の残存電圧降下値 $e_0$ が、放電開始前に更新されたNVM25の開回路電圧OCVから、放電後に推定された推定電圧 $V_n$ を差し引いた、最新の残存電圧降下値 $e_0$ に更新される。

【0261】このため、バッテリー13の容量変化によって開回路電圧OCVが変動しても、バッテリー13が平衡状態となる毎に、NVM25に格納、記憶される開回路電圧OCVを最新の値に更新して、その直後に行われるバッテリー13の所定の大電流値による定負荷放電時に、更新した開回路電圧OCVから、バッテリー13の現在の容量に応じた残存電圧降下値 $e_0$ を求め直して、変動後のバッテリー13の開回路電圧OCVを正確に演算し、充電状態SOCの演算精度を高く維持することができる。

【0262】さらに、本実施形態のバッテリー容量演算装置1では、NVM27に格納、記憶されている残存電圧降下値 $e_0$ が最新値に更新された時点のバッテリー13自体又は周辺の温度 $h_1$ と、推定電圧 $V_n$ の推定時点におけるバッテリー13自体又は周辺の温度 $h_2$ とが異なる場合に、その相違に応じた温度補償のための補正が残存電圧降下値 $e_0$ に対して行われ、推定電圧 $V_n$ に加算してバッテリー13の充電状態SOCを演算するのに用いられるのが、補正後残存電圧降下値 $e_0'$ となることから、残存電圧降下値 $e_0$ を求めた時点と、この残存電圧降下値 $e_0$ を推定電圧 $V_n$ に加算してバッテリー13の充電状態SOCを演算する時点とで、残存電圧降下値 $e_0$ やその算出根拠となるバッテリー13の開回路電圧OCVの値に変化を及ぼす温度 $h$ の変化が、バッテリー13自体又は周辺に生じていても、それを考慮に入れてバッテリー13の充電状態SOCを精度良く演算することができる。

【0263】ちなみに、本実施形態で採用した上述の、残存電圧降下値 $e_0$ の温度補償のための構成や、開回路電圧OCV及び(又は)残存電圧降下値 $e_0$ の更新のための構成の一部又は全部は、必要とされる精度との関係において支障がない限り、省略しても良い。

【0264】また、推定電圧 $V_n$ を推定するのに用いるバッテリー13の電圧-電流特性式 $V=aI+b$ を求めるために、バッテリー13の放電電流 $I$ 及び端子電圧 $V$ を対

にして周期的に収集する期間は、本実施形態のバッテリー容量演算装置1のように、バッテリー13が250A(アンペア)を超える定負荷放電を行った場合、その放電電流 $I$ が250A(アンペア)から減少し始めた後、35A(アンペア)までの間に限らなくても良い。

【0265】また、分極の影響を含まないバッテリー13の電圧-電流特性式 $V_R=a_R I_R+b_R$ の求め方や、その前提となるバッテリー13の純抵抗の求め方は、本実施形態中で説明した方式に限らず、例えば、放電中の極めて僅かな特定の期間におけるバッテリー13の放電電流 $I$ 及び端子電圧 $V$ の挙動をサンプリングして求める等、任意である。

【0266】さらに、本実施形態では、所定の大電流値による定負荷放電の放電電流 $I$ が減少する間の放電電流 $I$ 及び端子電圧 $V$ の対から求める、放電電流 $I$ の減少中における分極の影響を含んだバッテリー13の電圧-電流特性を、1次の電圧-電流特性式 $V=aI+b$ としているが、これに代えて、バッテリー13の純抵抗を求める際に用いる、先に説明した第2の近似曲線式M2、即ち、 $V2(I)=a2I^2+b2I+C2$ で表される2次式を、所定の大電流値による定負荷放電の放電電流 $I$ が減少する間の放電電流 $I$ 及び端子電圧 $V$ の対から求めるようにしてもよい。

【0267】そして、そのようにした場合は、この第2の近似曲線式M2を、分極の影響を含まないバッテリー13の純抵抗成分のみに依存した電圧-電流特性式 $V_R=a_R I_R+b_R$ 上の座標値( $V_1, I_1$ )を通るように、電圧軸方向にシフトさせることで、シフト後電圧-電流特性式 $V2'(I)=a2I^2+b2I+C2'$ を求め、このシフト後電圧-電流特性式 $V2'(I)=a2I^2+b2I+C2'$ に仮想電流値 $I_s=-10A$ (アンペア)を代入することで、推定電圧 $V_n$ を推定し、推定した推定電圧 $V_n$ を用いて最新の残存電圧降下値 $e_0$ を求めて更新設定したり、推定した推定電圧 $V_n$ に残存電圧降下値 $e_0$ を加算してバッテリー13の開回路電圧OCVを演算することになる。

【0268】このように、放電電流 $I$ の減少中における分極の影響を含んだバッテリー13の電圧-電流特性を2次式である第2の近似曲線式M2とすれば、放電電流 $I$ の減少のペースに対する、放電による分極に起因してバッテリー13に生じる端子電圧 $V$ の電圧降下量の減少のペースの鈍さが、1次の電圧-電流特性式 $V=aI+b$ よりも一層正確に、第2の近似曲線式M2中に反映されて、この第2の近似曲線式M2をシフトさせたシフト後電圧-電流特性式 $V2'(I)=a2I^2+b2I+C2'$ を用いて推定される推定電圧 $V_n$ の精度や、この推定電圧 $V_n$ を用いて演算される開回路電圧の精度を、より高めることができるので、有利である。

【0269】また、本実施形態では、単独で最も多くの電力を消費するモータジェネレータ5の作動時におけ



る、250A（アンペア）を超える定負荷放電時のバッテリー13の放電電流I及び端子電圧Vを用いて、分極の影響を含んだ電圧-電流特性式 $V=aI+b$ の割り出しを行ったが、少なくとも放電直前にバッテリー13に発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値であれば、放電電流の最大値が250A（アンペア）に遠く及ばないような、モータジェネレータ5以外の負荷の動作に伴うバッテリー13の放電電流I及び端子電圧Vを用いて、分極の影響を含んだ電圧-電流特性式 $V=aI+b$ や、 $V-I$ 特性の2つの近似曲線式M1及びM2の割り出しを行ってもよい。

【0270】そして、本実施形態では、残存電圧降下値 $e_0$ を推定電圧 $V_n$ に加算して求めたバッテリー13の開回路電圧OCVから充電状態SOCを演算する場合について説明したが、充電状態SOC以外の値を演算する目的でバッテリー13の開回路電圧OCVを演算する形態で実施してもよく、同様に、充電状態SOCや開回路電圧OCV以外の値を演算する目的でバッテリー13の推定電圧 $V_n$ を推定する形態で実施してもよいのは、勿論のことである。

【0271】さらに、本実施形態では、バッテリーの純抵抗Rを測定するのに当たって、 $V-I$ 特性の2つの近似曲線式M1及びM2で表される近似曲線上の実データの存在する範囲内に任意の点A及びBを選択しているが、これらの点を2つの近似曲線式M1及びM2上の、これらの式を求めるため測定したバッテリーの放電電流の最大値に相当する点Pに選択し、両方の点を共通のデータを使用して特定することで、誤差の入ることを少なくすることができ、図19乃至図21を参照して、以下具体的に説明する。

【0272】まず、図19に示すように、2つの近似曲線式M1及びM2上のバッテリーの放電電流の最大値に相当する点Pを選択する。そして、式M1の近似曲線の縦軸に対する切片C1から近似曲線上の点Pまでの電圧降下 $\Delta V_1$ を求める。この $\Delta V_1$ を点Pでの電流 $I_p$ で除算した値は、純抵抗Rに純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 $R_{pol1}$ を加算した合成抵抗である。すなわち、 $R+R_{pol1}=\Delta V_1/I_p$ である。

【0273】次に、同図に示すように、式M2の近似曲線の縦軸に対する切片C2から近似曲線上の点Pまでの電圧降下 $\Delta V_2$ を求める。この $\Delta V_2$ を点Pでの電流 $I_p$ で除算した値は、純抵抗Rに純抵抗を除くその他の抵抗成分である分極抵抗成分のその時点での値 $R_{pol2}$ を加算した合成抵抗である。すなわち、 $R+R_{pol2}=\Delta V_2/I_p$ である。

【0274】上記式M1の近似曲線上の点Pと式M2の近似曲線上の点Pの合成抵抗の値の差 $\Delta R$ は

$$\Delta R=R+R_{pol1}-(R+R_{pol2})=R_{pol1}-R_{pol2}$$

となり、異なる近似曲線上の点Pにおける分極抵抗成分の差となる。これは、1回の放電中の純抵抗Rは変化しないことから明らかである。

【0275】なお、式M1で表される近似曲線上には、図20に示すように、式M2の近似曲線上に選択した任意の点Pにおける合成抵抗 $(R+R_{pol2})$ に等しい値 $(R+R_{pol1}')$ をもった点P1が存在する。また、式M2で表される近似曲線上にも、図20に示すように、式M1の近似曲線上に選択した任意の点Pにおける合成抵抗 $(R+R_{pol1})$ に等しい値 $(R+R_{pol2}')$ をもった点P2が存在する。すなわち、 $R+R_{pol1}'=R+R_{pol2}$ となる点P1が式M1で表される近似曲線上に、 $R+R_{pol1}=R+R_{pol2}'$ となる点P2が式M2で表される近似曲線上にそれぞれ存在する。

【0276】要するに、点P1における電流及び電圧をそれぞれ $I_{p1}$ 及び $V_{p1}$ とし、点P2における電流及び電圧をそれぞれ $I_{p2}$ 及び $V_{p2}$ とすると、点P1の座標 $(I_{p1}, V_{p1})$ と点Pの座標 $(I_p, V_p)$ の分極抵抗成分の値が互いに等しく、また点Pの座標 $(I_p, V_p)$ と点P2 $(I_{p2}, V_{p2})$ の分極抵抗成分の値も互いに等しいことがわかる。

【0277】まず、式M2の近似曲線上の点Pを基準とし、この点Pの合成抵抗の値 $(R+R_{pol2})$ と等しい値 $(R+R_{pol1}')$ を持つ点P1の電流 $I_{p1}$ と電圧 $V_{p1}$ の算出の仕方を以下説明する。

【0278】今、式M1で表される近似曲線の縦軸に対する切片C1からこの点P1までの電圧降下を $\Delta V_{p1}$ とすると、これは

$$\Delta V_{p1}=C1-(a1I_{p1}^2+b1I_{p1}+C1)=(R+R_{pol2})I_{p1}$$

となり、この式を整理すると、

$$-(a1I_{p1}+b1)=R+R_{pol2}$$

となり、点P1の電流 $I_{p1}$ は

$$I_{p1}=-(b1+R+R_{pol2})/a1$$

となる。なお、 $R+R_{pol2}(=R+R_{pol1}')$ は $\Delta V_p/I_p(=\Delta V_{p1}/I_{p1})$ であるので、

$$I_{p1}=-(b1+(\Delta V_p/I_p))/a1$$

$$=-(b1+(\Delta V_{p1}/I_{p1}))/a1$$

となる。また、点P1の電圧 $V_{p1}$ は、上記式から明らかのように、

$$V_{p1}=a1I_{p1}^2+b1I_{p1}+C1$$

であるので、点P1の座標 $(I_{p1}, V_{p1})$ は既知の値から定められる。

【0279】同様に、式M1の近似曲線上の点Pを基準とし、P点を基準とし、この点Pの抵抗値 $(R+R_{pol1})$ と等しい値 $(R+R_{pol2}')$ を持つ点P2の電流 $I_{p2}$ と電圧 $V_{p2}$ も、

$$I_{p2} = -[b_2 + (\Delta V_p / I_p)] / a_2$$

$$= -[b_2 + (\Delta V_{p2} / I_{p2})] / a_2$$

$$V_{p2} = a_2 I_{p2}^2 + b_2 I_{p2} + C_2$$

により既知の値から算出できる。なお、 $\Delta V_{p2}$ は、式M2で表される近似曲線の縦軸に対する切片C2からこの点P2までの電圧降下である。

【0280】上述のようにして、点P1の座標( $I_{p1}$ 、 $V_{p1}$ )が定まったら、図20に示すように、点P1の座標( $I_{p1}$ 、 $V_{p1}$ )と点Pの座標( $I_p$ 、 $V_p$ )とを結ぶ直線L1の傾斜を求めることによって合成抵抗の値R1が求められる。この合成抵抗の値R1は、純抵抗と分極抵抗成分 $R_{p012}$ とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差( $V_{p1} - V_p$ )を各点において流れる電流の差( $I_{p1} - I_p$ )によって除算することによって求められる。すなわち、

$$R1 = (V_{p1} - V_p) / (I_{p1} - I_p)$$

となる。

【0281】同様に、点P2の座標( $I_{p2}$ 、 $V_{p2}$ )が定まったら、図21に示すように、点P2の座標( $I_{p2}$ 、 $V_{p2}$ )と点Pの座標( $I_p$ 、 $V_p$ )とを結ぶ直線L2の傾斜を求めることによって合成抵抗の値R2が求められる。この合成抵抗の値R2は、純抵抗と分極抵抗成分 $R_{p011}$ とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差( $V_p - V_{p2}$ )を各点において流れる電流の差( $I_p - I_{p2}$ )によって除算することによって求められる。すなわち、

$$R2 = (V_p - V_{p2}) / (I_p - I_{p2})$$

となる。

【0282】しかしながら、上述のようにして求められる合成抵抗の値R1及びR2は、純抵抗と分極抵抗成分とからなる合成抵抗によって生じる電圧降下の差を各点において流れる電流の差によって除算して求めたもので、純抵抗とは一致しない。2点間の傾きを純抵抗と一致させるには、分極抵抗成分によって生じる電圧降下分を除いた電圧降下の差を電流差によって除算してやればよい。

【0283】先ず、式M2の近似曲線上の点Pを基準にした場合について説明すると、今、合成抵抗の値R1を $R1 = R1' + R_{p012} = R1' + R_{p011}'$ とすると、抵抗 $R1'$ に点P1の電流 $I_{p1}$ と点Pの電流 $I_p$ との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 $R_{p011}'$ (又は $R_{p012}$ )に点P1の電流 $I_{p1}$ と点P2の電流 $I_p$ の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分だけ、点P1の電圧を持ち上げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R1' (I_{p1} - I_p) = [V_{p1} + R_{p011}' (I_{p1} - I_p)] - V_2$$

【0284】この式を整理すると、

$$R1' (I_{p1} - I_p) = (V_{p1} - V_p) + R_{p011}'$$

$$1' (I_{p1} - I_p)$$

となる。ここで、 $R_{p011}' = \Delta V_{p1} / I_{p1} - R1'$ であるので、

$$R1' (I_{p1} - I_p) = (V_{p1} - V_p) + (\Delta V_{p1} / I_{p1} - R1') (I_{p1} - I_p)$$

$$2R1' (I_{p1} - I_p) = (V_{p1} - V_p) + \Delta V_{p1} / I_{p1} (I_{p1} - I_p)$$

となり、結果として、

$$R1' = [(V_{p1} - V_p) + (\Delta V_{p1} / I_{p1}) (I_{p1} - I_p)] / 2 (I_{p1} - I_p)$$

が求められる。なお、 $(\Delta V_{p1} / I_{p1})$ は $(\Delta V_2 / I_p)$ と置き換えることができる。

【0285】次に、式M1の近似曲線上の点Pを基準にした場合にも同様に $R2 = R2' + R_{p011} = R2' + R_{p012}'$ とすると、この抵抗 $R2'$ に点Pの電流 $I_p$ と点P2の電流 $I_{p2}$ の差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下は、分極抵抗成分 $R_{p012}'$ (又は $R_{p011}$ )に点Pの電流 $I_p$ と点P2の電流 $I_{p2}$ との差に相当する電流が流れることによって生じる電圧降下分、点P2の電圧を引き下げて補正してやればよく、次式が成立する。

$$R2' (I_p - I_{p2}) = V_p - [V_{p2} - R_{p012}' (I_p - I_{p2})]$$

【0286】この式を整理すると、

$$R2' (I_p - I_{p2}) = (V_p - V_{p2}) + R_{p012}' (I_p - I_{p2})$$

となる。ここで、 $R_{p012}' = \Delta V_{p2} / I_{p2} - R2'$ であるので、

$$R2' (I_p - I_{p2}) = (V_p - V_{p2}) + (\Delta V_{p2} / I_{p2} - R2') (I_p - I_{p2})$$

$$2R2' (I_p - I_{p2}) = (V_p - V_{p2}) + \Delta V_{p2} / I_{p2} (I_p - I_{p2})$$

となり、結果として、

$$R2' = [(V_p - V_{p2}) + (\Delta V_{p2} / I_{p2}) (I_p - I_{p2})] / 2 (I_p - I_{p2})$$

が求められる。なお、 $(\Delta V_{p2} / I_{p2})$ は $(\Delta V_p / I_p)$ と置き換えることができる。

【0287】上述したように求められた2つの値 $R1'$ 及び $R2'$ は、2つの点A及びBを基準にし、異なる分極抵抗成分( $R_{p011}' = R_{p012}$ )と( $R_{p011} = R_{p012}'$ )を用い、しかも異なる切片C1からの電圧降下 $\Delta V_{p1}$ ( $\Delta V_p$ )と切片C2からの電圧降下 $\Delta V_{p2}$ ( $\Delta V_p$ )を用いて求めたものである。真の純抵抗Rとなり得ない。したがって、両者の加算平均

$$R = (R1' + R2') / 2$$

をとることによって、真の純抵抗Rが求められる。

【0288】図19乃至図21を参照して説明したバッテリーの純抵抗測定方法では、2つの近似曲線式M1及びM2上のバッテリーの放電電流の最大値に相当する点に点

Pをそれぞれ定め、共通のデータを使用して特定しているので、誤差の入ることを少なくすることができる。

【0289】そして、第2の近似曲線式M2で表される曲線上の点Pに対応する放電電流 $I_p$ が流れたとき第2の電圧降下 $\Delta V_2$ を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第2の分極抵抗成分 $R_{p012}$ からなる第2の合成抵抗 $R_2$ と同一の抵抗値を有する第1の想定点P1を第1の近似曲線式M1上に、第1の近似曲線M1で表される曲線上の点Pに対応する放電電流 $I_p$ が流れたとき第1の電圧降下 $\Delta V_1$ を生じさせる、バッテリーの純抵抗と第1の分極抵抗成分 $R_{p011}$ からなる第1の合成抵抗 $R_1$ と同一の抵抗値を有する第2の想定点P2を第2の近似曲線式M2上にそれぞれ想定する。

【0290】2つの想定点P1及びP2が想定できたら、点Pと第1の想定点P1とを結ぶ直線L1の第1の傾斜 $R_1$ を、放電電流 $I_p$ と第1の想定点P1での放電電流 $I_{p1}$ とによってそれぞれ生じる、第2の分極抵抗成分 $R_{p012}$ による電圧降下の差分 $R_{p012}(I_{p1} - I_p)$ に相当する量補正して、第2の分極抵抗成分 $R_{p012}$ による電圧降下分を除いた第1の補正傾斜 $R_1'$ を求めるとともに、前記点Pと前記第2の想定点P2とを結ぶ直線L2の第2の傾斜 $R_2$ を、放電電流 $I_p$ と第2の想定点P2での放電電流 $I_{p2}$ とによってそれぞれ生じる、第1の分極抵抗成分 $R_{p011}$ による電圧降下の差分 $R_{p011}(I_p - I_{p2})$ に相当する量補正して、第1の分極抵抗成分 $R_{p011}$ による電圧降下分を除いた第2の補正傾斜 $R_2'$ を求める。

【0291】このようにして求めた第1の補正傾斜 $R_1'$ と第2の補正傾斜 $R_2'$ とを加算平均して平均傾斜を求め、この求めた平均傾斜をバッテリーの純抵抗 $R$ として測定する。

【0292】このようにして純抵抗を測定する具体的な手順は、2つの近似曲線式M1及びM2上のバッテリーの放電電流の最大値に相当する共通の点Pに2点を定めている点を除き、図7乃至図9について上述した純抵抗の測定手順と同じで、図14のフローチャートに示した処理とはほぼ同じ処理にて実行可能であるので、本手順のフローチャートを示すことを省略する。

【0293】

【発明の効果】以上に説明したように請求項1に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法によれば、車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧-電流特性を求め、この電圧-電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定するに当たり、前記バッテリーが、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際に、該定負荷放電の放電電流が最大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端

子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を求め、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧-電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性における、所定の仮想電流値に対応する電圧値を、前記推定電圧の値として推定するようにした。

【0294】このため、放電電流と共に定負荷放電中に周期的に測定したバッテリーの端子電圧に含まれる放電による電圧降下量が、特に放電電流の増加中において、放電電流値や放電時間による分極進行度の相違によって異なっても、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性を、基準電流値及び基準電圧値において、分極の影響を含まないバッテリーの純抵抗成分のみに依存した電圧-電流特性と交わるように、電圧軸方向にシフトさせることで、放電電流の増加中における分極による電圧降下の影響を放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性から全く排除し、このシフト後の電圧-電流特性から、バッテリーの推定電圧を正確に推定することができる。

【0295】また、請求項2に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法によれば、請求項1に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法において、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を二次の近似曲線式とするようにした。

【0296】このため、放電電流の減少中における分極による端子電圧の電圧降下量の変化を、分極の影響を含んだ電圧-電流特性中により正確に反映させて、この分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定される推定電圧の精度をより高めることができる。

【0297】さらに、請求項3に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法によれば、請求項1又は2に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定方法において、少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値を、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値とし、前記バッテリーの放電電流が、前記所定の大電流値から減少し始めてから、該所定の大電流値よりも低く、かつ、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の、目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記平衡状態にあったバッテリーに関する分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性、及び、前記分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を各々求めるようにした。

【0298】このため、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが純粋に反映されたバッテリーの端子電圧と放電電流とから、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に対する電力供給による影響を排除した電圧－電流特性を取得して、バッテリーの推定電圧を精度良く推定することができる。

【0299】また、請求項4に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性を求め、この電圧－電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定し、この推定電圧を用いて、前記バッテリーの平衡状態における端子電圧に相当する開回路電圧を演算するに当たり、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際に、該定負荷放電の放電電流が最大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を求め、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧－電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、前記分極の影響を含まない電圧－電流特性上の電流＝0の時の電圧値である前記開回路電圧の値と、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定した前記推定電圧の値との差値を、前記バッテリーの放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値として予め求めておき、以後、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に、該定負荷放電の放電電流の最大電流値からの減少中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を新たに求め、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の前記基準電流値における電圧値が、該分極の影響を含んだ電圧－電流特性を新たに求めた時点における、前記分極の影響を含まない電圧－電流特性上の前記基準電圧値と一致するように、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせ、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記新たに求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて、現在の前記推定電圧を推定し、前記推定した前記現在の推定電圧の値に、前記

残存電圧降下値を加算することで、現在の前記開回路電圧を演算するようにした。

【0300】このため、放電電流と共に定負荷放電中に周期的に測定したバッテリーの端子電圧に含まれる放電による電圧降下量が、特に放電電流の増加中において、放電電流値や放電時間による分極進行度の相違によって異なっても、放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧－電流特性を、基準電流値及び基準電圧値において、分極の影響を含まないバッテリーの純抵抗成分のみに依存した電圧－電流特性と交わるように、電圧軸方向にシフトさせることで、放電電流の増加中における分極による電圧降下の影響を放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧－電流特性から全く排除し、このシフト後の電圧－電流特性から推定した推定電圧の値に、推定電圧に反映されている放電電流の増加中における分極による電圧降下成分と同等の残存電圧降下値を加算することで、推定電圧に反映されている分極による電圧降下成分を完全に相殺し、バッテリーの開回路電圧を正確に演算することができる。

【0301】さらに、請求項5に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記残存電圧降下値を予め求めた以後、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に、該定負荷放電中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を新たに求めた時点における前記分極の影響を含まない電圧－電流特性を求めるようにした。

【0302】このため、請求項4に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、分極の影響を含まない電圧－電流特性のデータを予め保持しておく必要をなくことができ、かつ、充放電の繰り返しの伴うバッテリーの劣化によって分極の影響を含まない電圧－電流特性に変化があっても、分極の影響を含まない電圧－電流特性が適宜最新の内容に更新されるようにして、この分極の影響を含まない電圧－電流特性を用いて推定される推定電圧や、この推定電圧を残存電圧降下値に加算して演算されるバッテリーの開回路電圧の演算精度を、高く維持することができる。

【0303】また、請求項6に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4又は5に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記バッテリーが平衡状態となる毎に、該平衡状態において測定した前記バッテリーの端子電圧の値を現在の開回路電圧の値として取得し、前記平衡状態から前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含まない電

圧-電流特性を求めると共に、前記平衡状態から前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の放電電流が該所定の大電流値から減少する間に周期的に測定した、前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、最新の分極の影響を含む電圧-電流特性を求め、前記取得した開回路電圧の値と前記最新の分極の影響を含む電圧-電流特性を用いて、最新の前記残存電圧降下値を求めた後、該最新の残存電圧降下値と、前記最新の分極の影響を含まない電圧-電流特性とを用いて、前記現在の開回路電圧を演算するようにした。

【0304】このため、請求項4又は5に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、充放電の繰り返しの伴う劣化によって、分極の影響を含んだ電圧-電流特性や分極の影響を含まない電圧-電流特性が変化しても、バッテリーが平衡状態から、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に求められる、最新の分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定した最新の推定電圧と開回路電圧の実測値とを用いて、残存電圧降下値を最新のものに更新設定させると共に、バッテリーが平衡状態から、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に、分極の影響を含まない電圧-電流特性を最新のものに更新設定させて、最新の分極の影響を含まない電圧-電流特性及び残存電圧降下値によりバッテリーの開回路電圧を、バッテリーの劣化状態等の変化に対応して常に正確に演算することができる。

【0305】さらに、請求項7に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4、5又は6に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を二次の近似曲線式とするようにした。

【0306】このため、請求項4、5又は6に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、放電電流の減少中における分極による端子電圧の電圧降下量の変化を、分極の影響を含んだ電圧-電流特性中により正確に反映させて、この分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて推定される推定電圧の精度や、この推定電圧を用いて演算される開回路電圧の精度をより高めることができる。

【0307】また、請求項8に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4、5、6又は7に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値を、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値とし、前記バッテリーの放電電流が、前記所定の大電流値から減少し始めてから、

該所定の大電流値よりも低く、かつ、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の、目標電流値に低下するまでの間に、周期的に測定した前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記平衡状態にあったバッテリーに関する分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性、及び、前記分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を各々求めるようにした。

【0308】このため、請求項4、5、6又は7に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが純粹に反映されたバッテリーの端子電圧と放電電流とから、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に対する電力供給による影響を排除した電圧-電流特性と推定電圧とを取得して、バッテリーの開回路電圧を精度良く演算することができる。

【0309】さらに、請求項9に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法によれば、請求項4、5、6、7又は8に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、前記電圧軸方向にシフトさせた後の、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて、前記バッテリーの現在の推定電圧を推定する毎に、該推定時点における前記バッテリーの周辺温度と、前記平衡状態のバッテリーの分極の影響を含まない前記電圧-電流特性の取得時点における前記バッテリーの周辺温度とに依じて、前記残存電圧降下値を補正し、該補正した残存電圧降下値を用いて前記現在の開回路電圧を演算するようにした。

【0310】このため、請求項4、5、6、7又は8に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法において、現在の開回路電圧を求めるために用いる、残存電圧降下値の算出根拠となる分極の影響を含まない電圧-電流特性の取得と、少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に求めた分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて行われる現在の推定電圧の推定とが、バッテリーの周辺温度が異なる状況において各々行われたとしても、残存電圧降下値を補正することで温度補償して、現在のバッテリー周辺温度に応じた現在の開回路電圧を精度良く演算することができる。

【0311】また、請求項10に記載した本発明のバッテリー容量演算方法によれば、請求項4、5、6、7、8又は9記載のバッテリーの開回路電圧演算方法により演算した前記現在の開回路電圧から、前記バッテリーの現在の充電容量を演算するようにした。

【0312】このため、請求項4、5、6、7、8又は9に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算方法に

より演算した、放電電流値や放電時間の相違に起因する分極に伴う電圧変動のばらつきを含まない現在の開回路電圧を用いて、開回路電圧と直線的関係にあるバッテリーの現在の充電容量を精度良く演算することができる。

【0313】さらに、請求項11に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置によれば、車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性を求め、この電圧－電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定するバッテリーの端子電圧推定装置において、前記バッテリーが行う、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電において、前記バッテリーの放電電流が最大電流値から減少し始めた後に、周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧－電流特性を求める分極影響特性割出手段と、前記分極影響特性割出手段が求めた前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を前記分極影響特性割出手段が求めた時点における、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧－電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を電圧軸方向にシフトさせた、シフト後の前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めるシフト後分極影響特性割出手段と、前記シフト後分極影響特性割出手段が求めた前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧－電流特性における、所定の仮想電流値に対応する電圧値を、前記バッテリーの現在の推定電圧の値として推定する推定電圧推定手段とを備えている構成とした。

【0314】このため、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に放電電流と共に周期的に測定したバッテリーの端子電圧に含まれる放電による電圧降下量が、特に放電電流の増加中において、放電電流値や放電時間による分極進行度の相違によって異なっても、分極影響特性割出手段が求めた放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧－電流特性を、基準電流値及び基準電圧値において、分極の影響を含まないバッテリーの純抵抗成分のみに依存した電圧－電流特性と交わるように、シフト後分極影響特性割出手段によって電圧軸方向にシフトさせて、シフト後の分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めることで、放電電流の増加中における分極による電圧降下の影響を放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧－電流特性から全く排除し、このシフト後の電圧－電流特性から推定電圧推定手段により、バッテリーの推定電圧を正確に推定することができる。

【0315】また、請求項12に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置によれば、請求項11に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置において、前記分極影響特性割出手段が、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式として求める構成とした。

【0316】このため、請求項11に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置において、放電電流の減少中における分極による端子電圧の電圧降下量の変化を、分極影響特性割出手段が求める分極の影響を含んだ電圧－電流特性中により正確に反映させて、この分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定電圧推定手段により推定される推定電圧の精度をより高めることができる。

【0317】さらに、請求項13に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置によれば、請求項11又は12に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置において、少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値が、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷5の駆動に必要とする所定の大電流値であり、前記分極影響特性割出手段が、前記バッテリーの放電電流が前記所定の大電流値から減少し始めた後、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下するまでの間、前記周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を求めるものとした。

【0318】このため、請求項11又は12に記載した本発明のバッテリーの端子電圧推定装置において、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが純粋に反映されたバッテリーの端子電圧と放電電流とから、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に対する電力供給による影響を排除した電圧－電流特性を分極影響特性割出手段に求めさせ、この分極影響特性割出手段が求めた分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定電圧推定手段により推定される、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に対する電力供給による影響を排除した推定電圧の精度を、良くすることができる。

【0319】また、請求項14に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、車両の負荷に電力を供給するバッテリーの端子電圧と放電電流とを周期的に測定してこれら端子電圧と放電電流との相関を示す電圧－電流特性を求め、この電圧－電流特性を用いて前記バッテリーの定負荷放電状態における推定上の端子電圧である推定電圧を推定し、この推定電圧を用いて、前記バッ

テリの平衡状態における端子電圧に相当する開回路電圧を演算するバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記バッテリーが、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った際の、放電終了時における残存分極の影響による残存電圧降下量である残存電圧降下値を記憶する残存電圧降下値記憶手段と、前記バッテリーの、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電において、前記バッテリーの放電電流が最大電流値から減少し始めた後に、周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性を求める分極影響特性割出手段と、前記分極影響特性割出手段が求めた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の、前記最大電流値よりも低い基準電流値における電圧値が、該分極の影響を含んだ電圧-電流特性を前記分極影響特性割出手段が求めた時点における、前記バッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない前記電圧-電流特性上の、前記基準電流値における基準電圧値と一致するように、前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせた、シフト後の前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めるシフト後分極影響特性割出手段と、前記シフト後分極影響特性割出手段が求めた前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて、前記バッテリーの現在の推定電圧を推定する推定電圧推定手段とを備えており、予め求められた前記分極の影響を含んだ電圧-電流特性上の前記基準電流値における電圧値が、予め求められた前記分極の影響を含まない電圧-電流特性上の前記基準電圧値と一致するように、前記予め求められた分極の影響を含んだ電圧-電流特性を電圧軸方向にシフトさせることで得られる、前記電圧軸方向にシフトさせた後の前記予め求められた分極の影響を含んだ電圧-電流特性を用いて、予め推定した前記推定電圧の値と、前記予め求められた分極の影響を含まない電圧-電流特性上の電流=0の時の電圧値である前記開回路電圧の値との差値が、前記残存電圧降下値記憶手段に予め記憶されており、前記残存電圧降下値記憶手段に予め記憶された前記残存電圧降下値を、前記推定電圧推定手段が推定した前記現在の推定電圧の値に加算することで、現在の前記開回路電圧を演算する構成とした。

【0320】このため、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に放電電流と共に周期的に測定したバッテリーの端子電圧に含まれる放電による電圧降下量が、特に放電電流の増加中において、放電電流値や放電時間による分極進行度の相違によって異なっても、分極影響特性割出手段が求めた放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性を、基準電流値及び基準電圧値において、分極の影響を含まないバッテリーの純

抵抗成分のみに依存した電圧-電流特性と交わるように、シフト後分極影響特性割出手段によって電圧軸方向にシフトさせて、シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求めることで、放電電流の増加中における分極による電圧降下の影響を放電電流の減少中における分極の影響を含んだ電圧-電流特性から全く排除し、このシフト後の電圧-電流特性から推定電圧推定手段が推定した推定電圧の値に、推定電圧に反映されている放電電流の増加中における分極による電圧降下成分と同等の、残存電圧降下値記憶手段に予め記憶された残存電圧降下値を加算することで、推定電圧に反映されている分極による電圧降下成分を完全に相殺し、バッテリーの開回路電圧を正確に演算することができる。

【0321】さらに、請求項15に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項14に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行った該バッテリーの周期的に測定される端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含まない前記電圧-電流特性を求める純抵抗特性割出手段をさらに備えており、前記シフト後分極影響特性割出手段が、前記分極影響特性割出手段が求めた前記分極の影響を含んだ前記電圧-電流特性と、前記純抵抗特性割出手段が求めた前記分極の影響を含まない前記電圧-電流特性とを用いて、前記シフト後の分極の影響を含んだ電圧-電流特性を求める構成とした。

【0322】このため、請求項14に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、分極の影響を含まない電圧-電流特性のデータを予め保持しておかなくても、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による放電をバッテリーが行った際に純抵抗特性割出手段によって、分極の影響を含まない電圧-電流特性を求めることができ、かつ、充放電の繰り返しの伴うバッテリーの劣化によって分極の影響を含まない電圧-電流特性に変化があっても、分極の影響を含まない電圧-電流特性が、純抵抗特性割出手段によって求められる最新の分極の影響を含まない電圧-電流特性に適宜更新されるようにして、この分極の影響を含まない電圧-電流特性を用いて推定電圧推定手段により推定される推定電圧や、この推定電圧を残存電圧降下値に加算して演算されるバッテリーの開回路電圧の演算精度を、高く維持することができる。

【0323】また、請求項16に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項14又は15に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記バッテリーが平衡状態にあるか否かを判別する平衡状態判別手段と、該平衡状態判別手段により平衡状態にあると判別された状態において前記バッテリーの端子電圧を測定する平衡状態端子電圧測定手段と、前記平



衡状態判別手段により平衡状態にあると判別された前記バッテリーからの、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に、当該定負荷放電中において周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とに基づいて前記推定電圧推定手段が推定した前記現在の推定電圧の値を、前記平衡状態端子電圧測定手段が直前に測定した前記バッテリーの端子電圧の値から差し引いて、最新の前記残存電圧降下値を求める残存電圧降下値算出手段と、前記残存電圧降下値記憶手段に記憶された前記残存電圧降下値を、前記電圧降下値算出手段が求めた前記最新の残存電圧降下値に更新する電圧降下値更新手段と、前記平衡状態判別手段により平衡状態にあると判別された前記バッテリーからの、少なくとも放電直前に該バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電中に周期的に測定される端子電圧と放電電流とから、最新の前記分極の影響を含まない電圧－電流特性を求める平衡状態純抵抗特性割出手段とをさらに備えている構成とした。

【0324】このため、請求項14又は15に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、充放電の繰り返しに伴う劣化によって、分極の影響を含んだ電圧－電流特性や分極の影響を含まない電圧－電流特性が変化しても、バッテリーが平衡状態から、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電を行う毎に推定電圧推定手段によって推定される現在の推定電圧の値を、その少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電の直前に平衡状態端子電圧測定手段により測定された平衡状態におけるバッテリーの端子電圧の値から差し引くことで、残存電圧降下値算出手段によって求められる最新の残存電圧降下値を、電圧降下値更新手段によって残存電圧降下値記憶手段に更新記憶させて、この最新の残存電圧降下値と、バッテリーの平衡状態において平衡状態純抵抗特性割出手段により測定される最新の分極の影響を含まない電圧－電流特性とにより、バッテリーの開回路電圧をバッテリーの劣化状態等の変化に対応して常に正確に演算することができる。

【0325】さらに、請求項17に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項16に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、前記バッテリーの周辺温度を検出する温度検出手段と、前記現在の推定電圧を前記推定電圧推定手段が推定した時点において、前記温度検出手段が検出した前記バッテリーの周辺温度と、前記残存電圧降下値記憶手段に記憶されている前記残存電圧降下値を前記電圧降下値算出手段が求めた前記最新の残存電圧降下値に前記電圧降下値更新手段が更新した時点において、前記温度検出手段が検出した前記バッテリーの周辺温度とに応じて、前記残

存電圧降下値記憶手段に記憶されている前記残存電圧降下値を補正する補正手段とをさらに備えており、該補正手段により補正された補正後の前記残存電圧降下値を、前記推定電圧推定手段が推定した前記推定電圧の値に加算することで、前記現在の開回路電圧を演算する構成とした。

【0326】このため、請求項16に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、現在の開回路電圧を求めるために用いる、現在の開回路電圧を求めるために用いる、残存電圧降下値記憶手段に記憶されている残存電圧降下値の、電圧降下値算出手段が求めた最新の残存電圧降下値への、電圧降下値更新手段による更新と、少なくとも放電直前にバッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値による定負荷放電時に求めた分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて行われる現在の推定電圧の推定電圧推定手段による推定とが、温度検出手段により検出されるバッテリーの周辺温度が異なる状況において各々行われたとしても、その周辺温度差に応じて残存電圧降下値を補正手段により補正することで温度補償して、現在のバッテリー周辺温度に応じた現在の開回路電圧を精度良く演算することができる。

【0327】また、請求項18に記載した本発明のバッテリー開回路電圧演算装置によれば、請求項14、15、16又は17に記載した本発明のバッテリー開回路電圧演算装置において、前記分極影響特性割出手段が、前記分極の影響を含んだ電圧－電流特性を二次の近似曲線式として求める構成とした。

【0328】このため、請求項14、15、16又は17に記載した本発明のバッテリー開回路電圧演算装置において、放電電流の減少中における分極による端子電圧の電圧降下量の変化を、分極影響特性割出手段が求める分極の影響を含んだ電圧－電流特性中により正確に反映させて、この分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定電圧推定手段により推定される推定電圧の精度や、この推定電圧を用いて演算される開回路電圧の精度をより高めることができる。

【0329】さらに、請求項19に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置によれば、請求項14、15、16、17又は18に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、少なくとも放電直前に前記バッテリーに発生していた充電側分極を解消するのに十分な電流値が、前記バッテリーからの電力の供給を受ける前記車両の負荷のうち単独での消費電力が最大である最大電力消費負荷の駆動に必要とする所定の大電流値であり、前記分極影響特性割出手段が、前記バッテリーの放電電流が前記所定の大電流値から減少し始めた後、前記最大電力消費負荷以外の前記車両の負荷が駆動されている際における最大放電電流値以上の目標電流値に低下するまでの間、前記周期的に測定される前記バッテリーの端子電圧と放電電流とから、前記分極の影響を含んだ電圧－



電流特性を求める構成とした。

【0330】このため、請求項14、15、16、17又は18に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置において、最大電力消費負荷以外の車両の負荷が今なお駆動されているとしても、所定の大電流値による放電を行ったことによって発生した放電側分極による電圧降下のうち、放電電流が目標電流値に低下したことにより解消した分を除く残存成分のみが純粋に反映されたバッテリーの端子電圧と放電電流とから、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に対する電力供給による影響を排除した電圧－電流特性を分極影響特性割出手段に求めさせ、この分極影響特性割出手段が求めた分極の影響を含んだ電圧－電流特性を用いて推定電圧推定手段により、最大電力消費負荷以外の車両の負荷に対する電力供給による影響を排除した推定電圧を推定させて、この推定電圧を用いて演算されるバッテリーの開回路電圧の精度を良くすることができる。

【0331】さらに、請求項20に記載した本発明のバッテリー容量演算装置によれば、請求項14、15、16、17、18又は19記載のバッテリーの開回路電圧演算装置を備えており、該バッテリーの開回路電圧演算装置により演算した前記現在の開回路電圧から、前記バッテリーの現在の充電容量を演算する構成とした。

【0332】このため、請求項14、15、16、17、18又は19に記載した本発明のバッテリーの開回路電圧演算装置により演算した、放電電流値や放電時間の相違に起因する分極に伴う電圧変動のばらつきを含まない現在の開回路電圧を用いて、開回路電圧と直線的関係にあるバッテリーの現在の充電容量を精度良く演算することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のバッテリーの端子電圧推定装置、バッテリーの開回路電圧演算装置、及び、バッテリー容量演算装置の基本構成図である。

【図2】本発明のバッテリーの端子電圧推定装置、バッテリーの開回路電圧演算装置、及び、バッテリー容量演算装置において一例として採用可能な、平衡状態や非平衡状態におけるバッテリーの分極の影響を含まない電圧－電流特性を、バッテリーの純抵抗として求める装置の基本構成図である。

【図3】1次近似式で表したバッテリーの電圧－電流特性の一例を示すグラフである。

【図4】2次近似式で表したバッテリーの電圧－電流特性の一例を示すグラフである。

【図5】電流に対する分極の変化の一例を示すグラフである。

【図6】1回の放電によって得られる2つの2次の近似曲線式で表される近似特性曲線の一例を示すグラフである。

【図7】2つの近似特性曲線上への2つの任意の点の定

め方を説明するためのグラフである。

【図8】一方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

【図9】他方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

【図10】本発明のバッテリーの端子電圧推定方法、バッテリーの開回路電圧演算方法、及び、バッテリー容量演算方法を適用した本発明の一実施形態に係るバッテリー容量演算装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図である。

【図11】図10のマイクロコンピュータのROMに格納されている残存電圧降下値の補正データの一例を示すグラフである。

【図12】図11のマイクロコンピュータのROMに格納された制御プログラムに従いCPUが行う処理のメインルーチンを示すフローチャートである。

【図13】図12の開回路電圧更新処理を示すサブルーチンのフローチャートである。

【図14】図12の純抵抗特性演算処理を示すサブルーチンのフローチャートである。

【図15】図12の充電状態演算処理を示すサブルーチンのフローチャートである。

【図16】図10のバッテリーの純抵抗成分のみに依存した分極の影響を含まない電圧－電流特性を示すグラフである。

【図17】図10のバッテリーの放電電流減少中における分極の影響を含む電圧－電流特性を示すグラフである。

【図18】図17の電圧－電流特性を図16の電圧－電流特性に重なるように電圧軸方向にシフトさせた分極の影響を含む電圧－電流特性を示すグラフである。

【図19】バッテリーの純抵抗を測定する他の手順において、2つの近似特性曲線上への2つの点の定め方を説明するためのグラフである。

【図20】バッテリーの純抵抗を測定する他の手順において、一方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

【図21】バッテリーの純抵抗を測定する他の手順において、他方の近似特性曲線に定めた点に対する想定点の定め方と2点間の傾斜の補正の仕方とを説明するためのグラフである。

【図22】バッテリーの定電流放電における端子電圧と放電時間との相関を示すグラフである。

【図23】バッテリーの定電流放電中にサンプリングした所定数の端子電圧及び放電電流の組と、これらに最小二乗法を適用して得られる直線的な電圧－電流特性式との関係を模式的に示すグラフである。

【図24】図23に示す電圧－電流特性から推定した推

定電圧により得られる複数の定電流放電特性を示すグラフである。

【図25】図23に示す電圧-電流特性から推定した推定電圧により得られる複数の仮想上の定電流放電特性を示すグラフである。

【図26】各容量に応じたバッテリーの電圧-電流特性を同一平面上に展開したグラフである。

【図27】図25のグラフにおいて直線特性を示す仮想上の放電電流値におけるバッテリーの容量と図23に示す電圧-電流特性から推定した推定電圧との関係を示すグラフである。

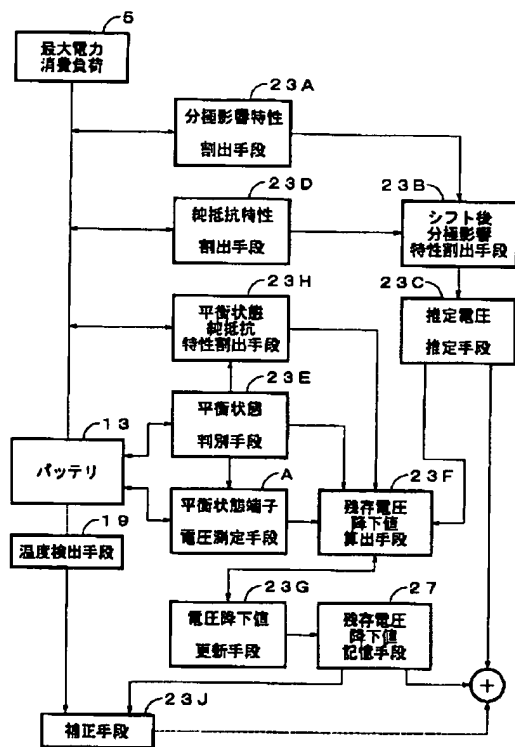
【図28】バッテリーの放電中に発生する電圧降下の内容を示すグラフである。

【符号の説明】

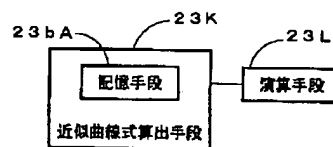
5 最大電力消費負荷  
13 バッテリー

19 温度検出手段  
23 マイクロコンピュータ  
23a CPU  
23b RAM  
23c ROM  
23A 分極影響特性割出手段  
23B シフト後分極影響特性割出手段  
23C 推定電圧推定手段  
23D 純抵抗特性割出手段  
23E 平衡状態判別手段  
23F 残存電圧降下値算出手段  
23G 電圧降下値更新手段  
23H 平衡状態純抵抗特性割出手段  
23J 補正手段  
27 残存電圧降下値記憶手段  
A 平衡状態端子電圧測定手段

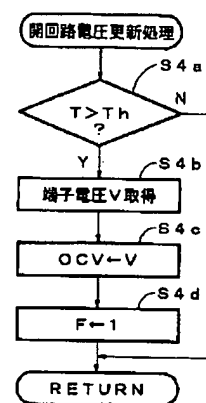
【図1】



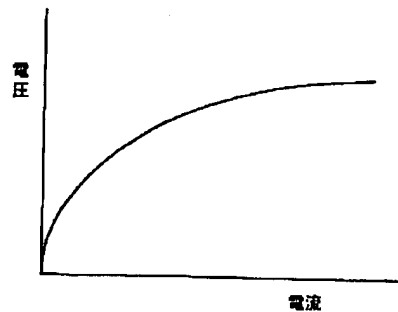
【図2】



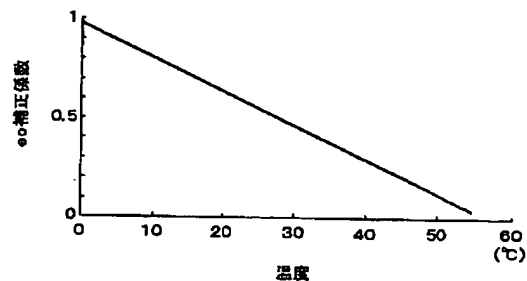
【図13】



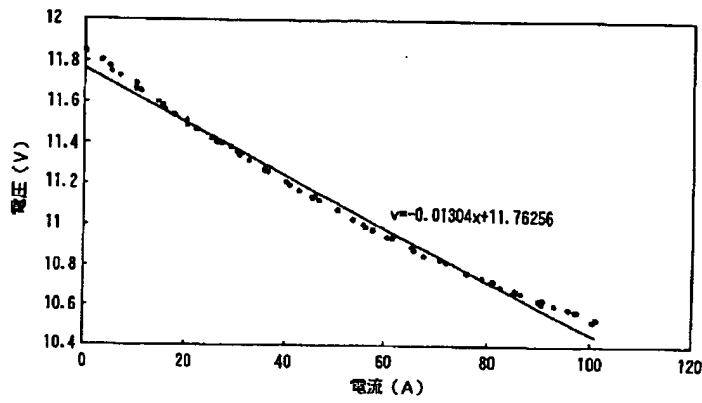
【図5】



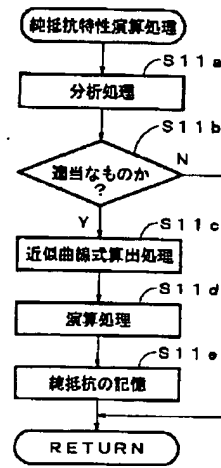
【図11】



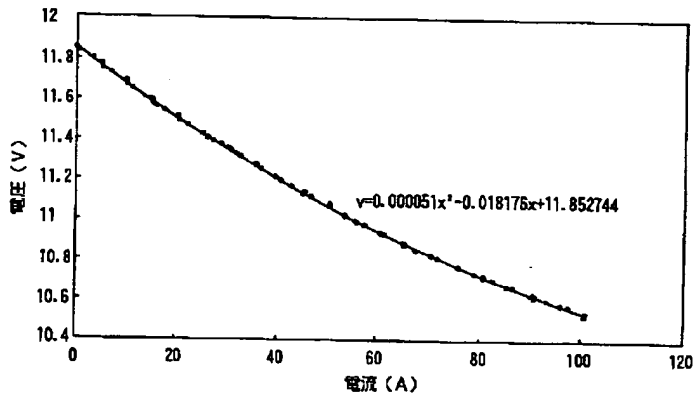
【図3】



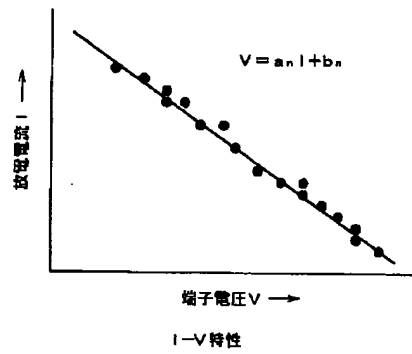
【図14】



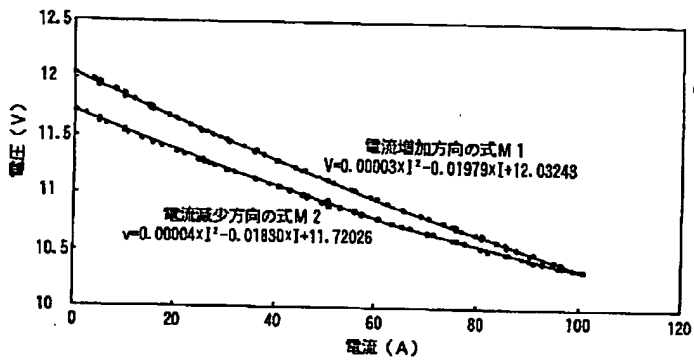
【図4】



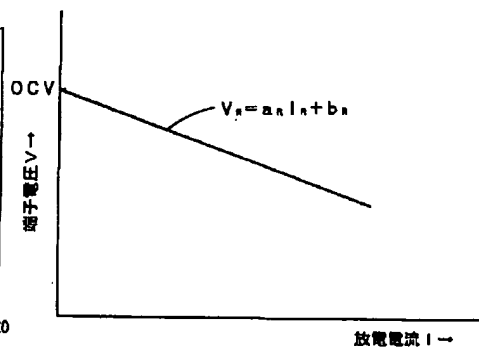
【図23】



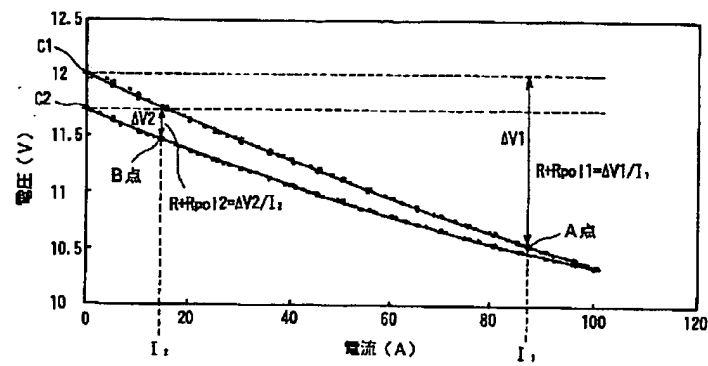
【図6】



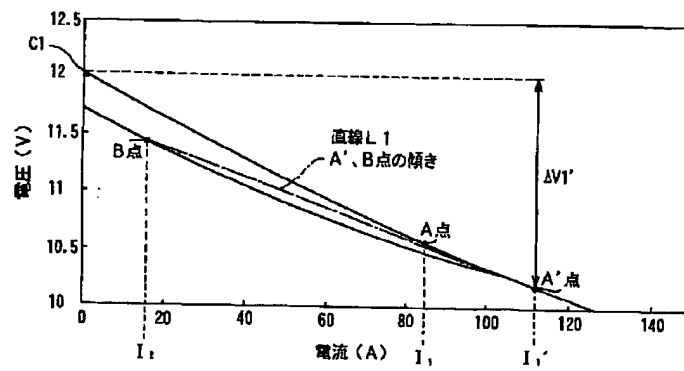
【図16】



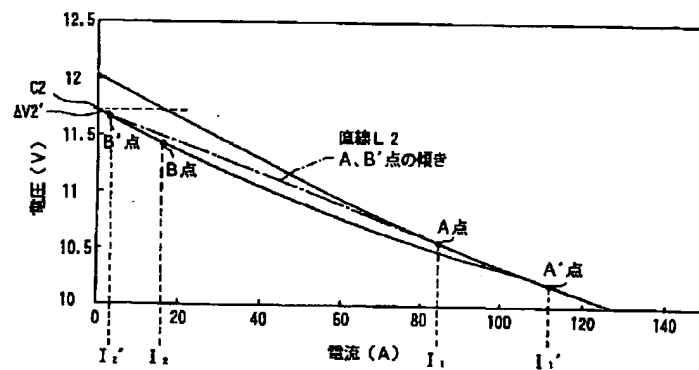
【図7】



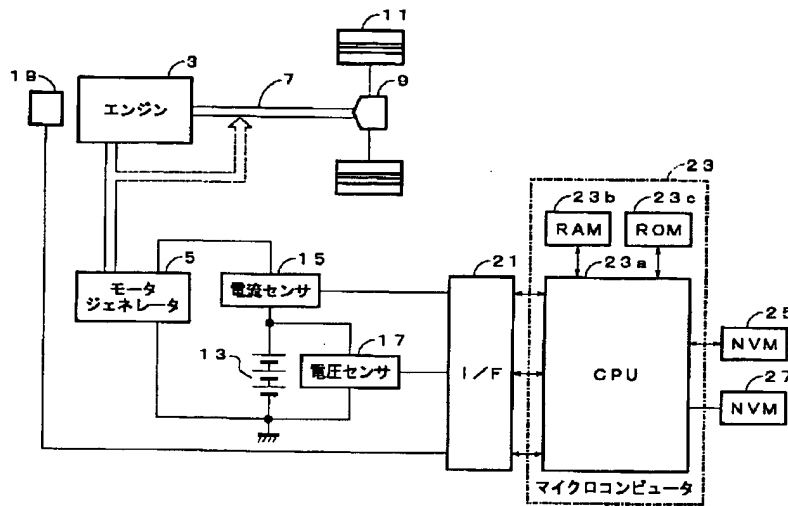
【図8】



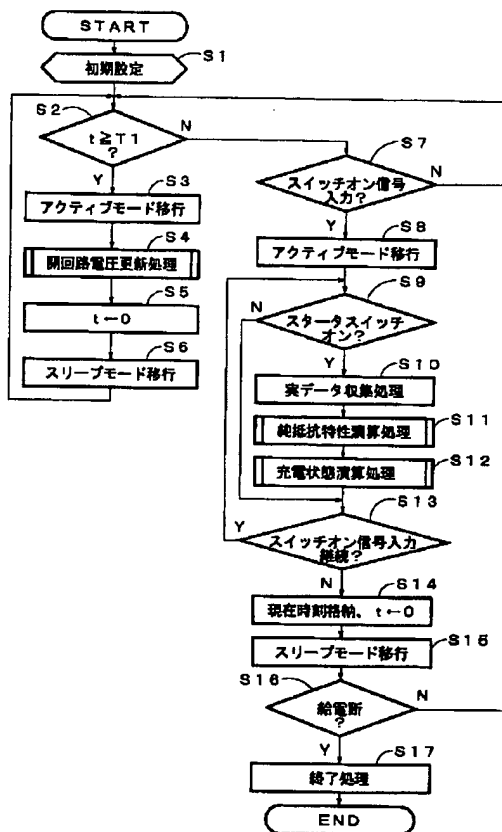
【図9】



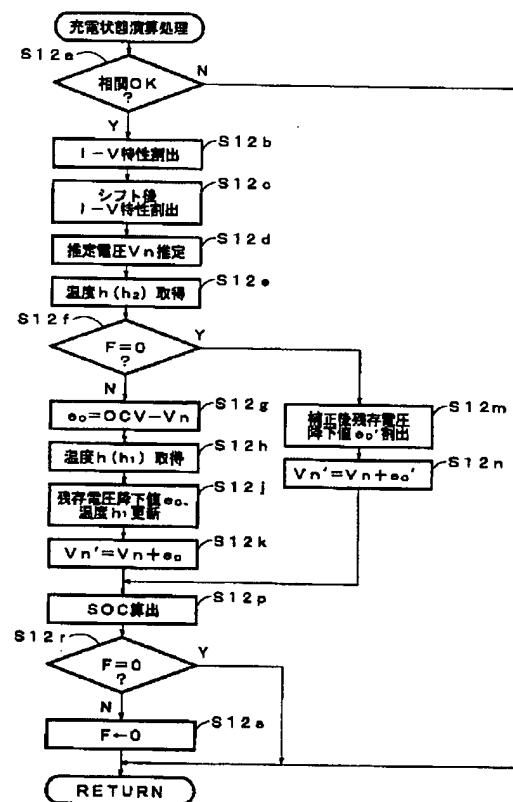
【図10】



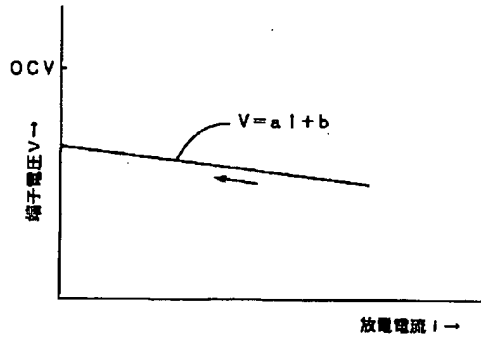
【図12】



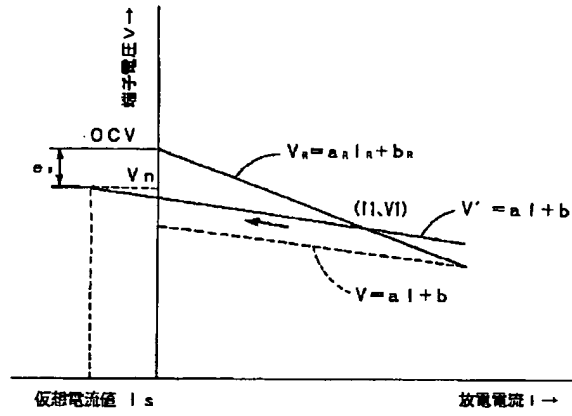
【図15】



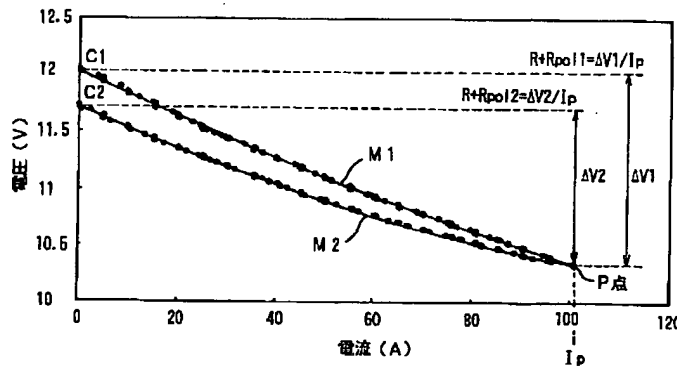
【図17】



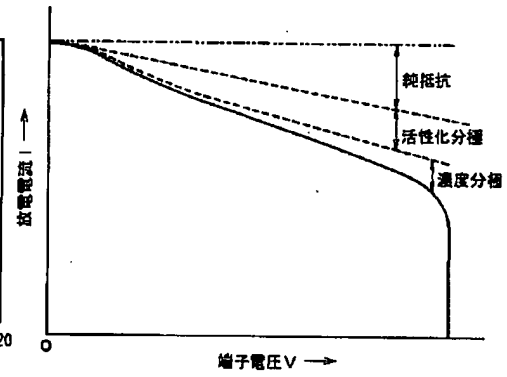
【図18】



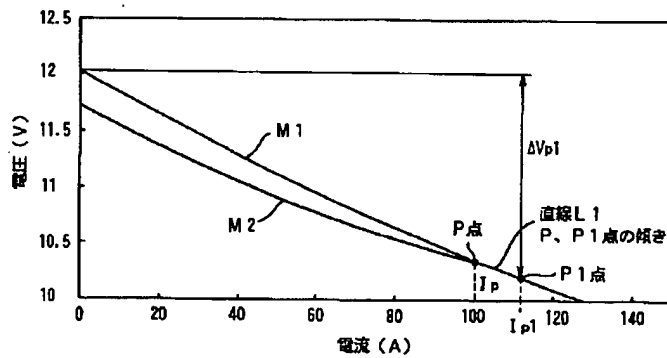
【図19】



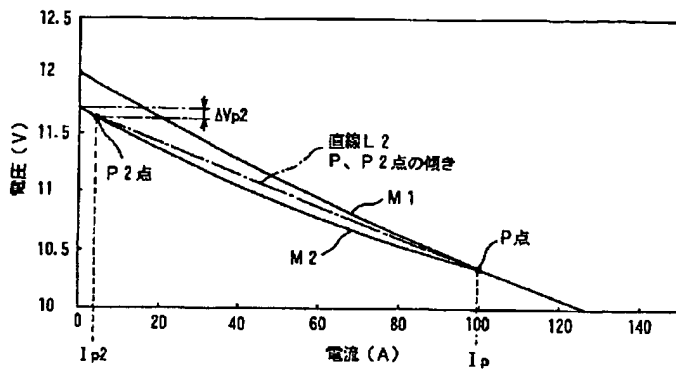
【図28】



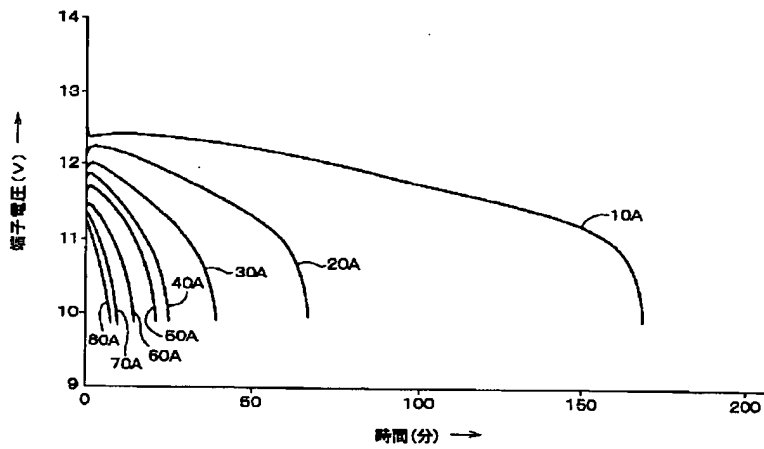
【図20】



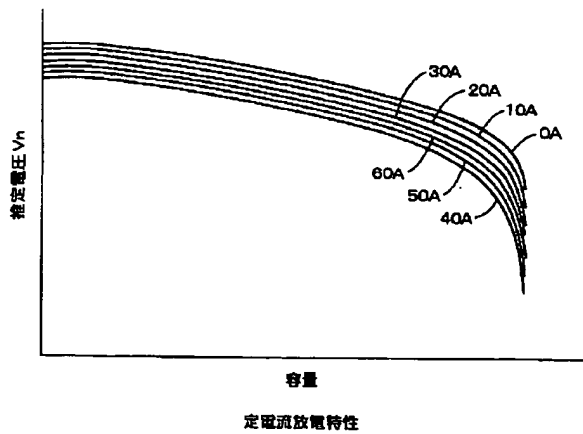
【図21】



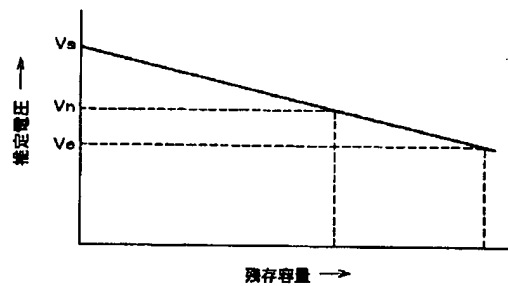
【図22】



【図24】

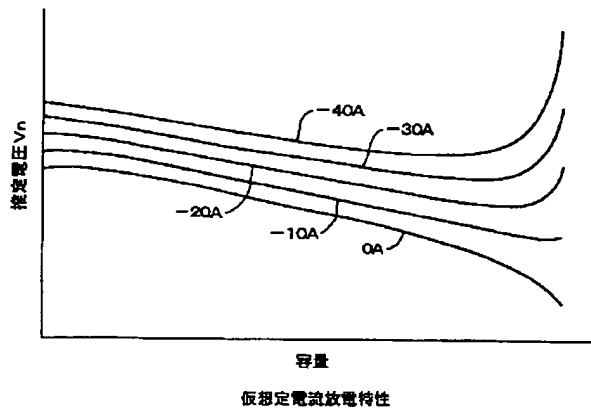


【図27】

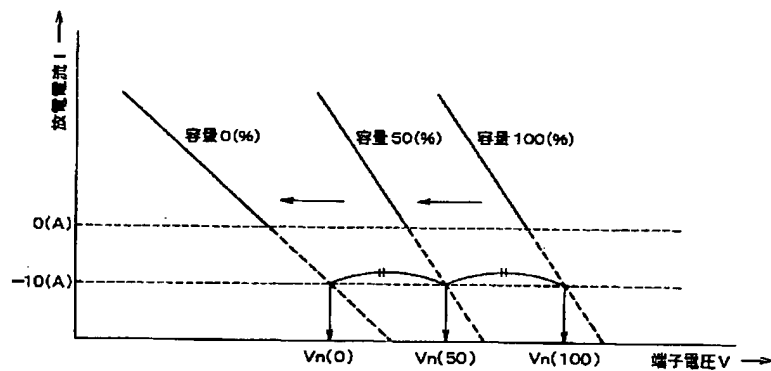




【図25】



【図26】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード(参考)
H 0 2 J 7/00		H 0 2 J 7/00	X
// B 6 0 K 6/02		B 6 0 K 9/00	P
			C
(72)発明者 榎本 倫人		Fターム(参考)	2G016 CA03 CB11 CB12 CB13 CB23
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社			CC01 CC03 CC04 CC13 CC16
内			CC27 CC28
(72)発明者 川口 智博			3D035 AA00 AA05
静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社			5G003 AA07 BA01 DA07 EA05 FA06
内			GC05
			5H030 AA03 AA04 AS08 BB18 FF27
			FF41 FF42 FF43 FF44